



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

“SEDE AZOGUES”

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME FINAL DEL PROYECTO PROFESIONAL DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE
INGENIERO CIVIL.

**“DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL SECTOR QUESERAS DE LA
COMUNIDAD DE CHUICHUN, CANTÓN EL TAMBO, PROVINCIA
DEL CAÑAR”**

AUTOR: EDISON FREDY BUÑAY YUGSI

TUTOR: ING. RÓMULO RICARDO ROMERO GONZÁLEZ

FEBRERO DEL 2018

CERTIFICADO DE AUTORÍA

El presente trabajo investigativo de proyecto profesional de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, cuyo tema es “Diseño del nuevo sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para el sector queseras de la comunidad de Chuichun, cantón el Tambo, provincia del Cañar”, corresponden al trabajo de investigación del autor, además certifico que he cumplido con todas las observaciones realizadas por el tribunal evaluador.

Firma:

.....
Edison Fredy Buñay Yugsi

ESTUDIANTE

C.I. 0302727631

APROBACIÓN DEL TUTOR

En la calidad de tutor de grado presentado por el Sr. Edison Fredy Buñay Yugsi para optar por el título de INGENIERO CIVIL, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Azogues, a los 06 días del mes de Febrero del 2018



Ing. Rómulo Ricardo Romero González
DIRECTOR DEL PROYECTO
CI: 0301757084

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a mi familia por brindarme su apoyo durante esta etapa de mi vida, quienes me inculcaron valores y me enseñaron a ser persistente para lograr los objetivos propuestos.

A la Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues, Facultad de Ingeniería Civil y a sus Docentes por la educación de calidad que ofrecen, gracias por haberme brindado la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa Institución como estudiante.

A mi Tutor Ing. Ricardo Romero en quien encontré un Mentor, y una gran persona, quien con su aporte profesionalizó más este trabajo ante sus exigencias.

Al Ing. Fausto Quevedo, asesor externo del proyecto, quien con sus conocimientos y aptitudes me supo guiar para la correcta elaboración del presente trabajo.

EDISON FREDY

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida , porque está conmigo en cada paso que doy, cuidándome, bendiciéndome y dándome fortaleza para continuar. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional y compartir buenos y malos momentos.

EDISON FREDY

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRAC	2
CAPITULO I	3
1. GENERALIDADES	3
1.1. INTRODUCCION.....	3
1.2. ANTECEDENTES	4
1.3. EL PROYECTO	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5. OBJETIVOS.....	6
1.5.1. GENERAL.....	6
1.5.2. ESPECÍFICOS.....	6
1.6. ALCANCE	7
CAPITULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACION:	8
2.2. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SEGÚN LA NECESIDAD DEL SECTOR.....	9
2.2.1. DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO:	9
2.2.2. DEFINICIÓN DE ALCANTARILLADO COMBINADO	9
2.2.3. CARACTERÍSTICAS:.....	9
2.2.4. PARÁMETROS PRINCIPALES DE DISEÑO:	10
2.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO	11
2.3.1. POZOS DE INSPECCIÓN.....	11
2.3.2. CONEXIONES DOMICILIARIAS	14
2.3.3. SUMIDEROS	14
2.4. SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ETAPAS DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES.....	17
2.4.1. PRE TRATAMIENTO	18
2.4.2. TRATAMIENTO PRIMARIO.....	25
2.4.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	30
2.5. DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE	34

2.5.1. DESCARGA SOBRE UN CUERPO HÍDRICO	34
2.6. NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.....	34
CAPITULO III	37
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	37
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DE CHUICHUN – QUESERAS.....	38
3.3. CLIMA	39
3.4. PRECIPITACIÓN	39
3.5. TEMPERATURA.....	41
3.6. ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICOS Y SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR QUESERAS.....	41
3.6.1. PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONÓMICA FAMILIAR EN EL SECTOR	42
3.6.2. LAS VIVIENDAS	43
3.6.3. POBLACIÓN ACTUAL	43
3.6.4. EL ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	44
3.6.5. LA ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	45
3.6.6. TARIFAS SOBRE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ENTUBADA	46
3.6.7. CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA	47
3.6.8. PERCEPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO ACTUAL.....	48
CAPITULO IV.....	49
4. MATERIALES, MÉTODOS Y PARAMETROS DE DISEÑO	49
4.1. PERIODOS DE DISEÑO.....	49
4.2. ÍNDICES DE CRECIMIENTO	49
4.3. POBLACIÓN FUTURA DE DISEÑO.....	50
4.4. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA	51
4.4.1. MÉTODO ARITMÉTICO O CRECIMIENTO LINEAL	51
4.4.2. MÉTODO GEOMÉTRICO O EXPONENCIAL	51
4.5. ÁREAS DE APORTACIÓN	52
4.6. DOTACIONES.....	52

4.7. CAUDALES DE DISEÑO	53
4.7.1. CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO DE AGUAS SERVIDAS.....	54
4.7.2. CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS (QMED.AS)	54
4.7.3. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD O MAYOR RACIÓN (M).....	55
4.7.4. CAUDAL DE INFILTRACIÓN	55
4.8. CAUDAL PLUVIAL	56
4.8.1. MÉTODO RACIONAL PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL PLUVIAL.....	57
4.8.2. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	57
4.8.3. INTENSIDAD DE LA LLUVIA.....	58
4.9. HIDRÁULICA DE LOS COLECTORES	59
4.9.1. PARA FLUJO A SECCIÓN LLENA.....	60
4.9.2. PARA FLUJOS A SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA.....	61
4.10. RED DE TUBERÍAS	62
4.10.1. UBICACIÓN DE LA RED.....	62
4.10.2. PROFUNDIDAD Y MATERIALES.....	62
4.10.3. DIÁMETROS	63
4.10.4. VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS	63
4.11. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	64
4.11.1. CAUDAL DE DISEÑO.....	64
4.11.2. CALIDAD FÍSICO QUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	64
4.11.3. ANÁLISIS DEL CUERPO RECEPTOR	65
4.11.4. SELECCIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	65
CAPITULO V	68
5. TRABAJOS PRELIMINARES Y PROPUESTA DE DISEÑO	68
5.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	68
5.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DEL SUELO	69
5.3. EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE.....	69
5.3.1. ESTADO ACTUAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.	70
5.4. PROPUESTA DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO	74
5.4.1. POBLACIÓN ACTUAL	74
5.4.2. POBLACIÓN DE DISEÑO.....	75

5.4.3. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.....	76
5.4.4. ÁREAS DE APORTACIÓN	77
5.4.5. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	77
5.4.6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS	78
5.4.7. POZOS DE REVISIÓN RESULTANTES.....	78
5.4.8. POZOS DE SALTOS	78
5.4.9. CONEXIONES DOMICILIARIAS	79
5.4.10. SUMIDEROS	79
5.5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROPUESTA.....	79
5.5.1. DATOS BÁSICOS	79
5.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AFLUENTES	80
5.5.3. MEMORIA DE DISEÑO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	80
5.5.4. TANQUE IGUALADOR DE CAUDALES Y VERTEDERO.....	81
5.5.5. TRATAMIENTO PRIMARIO.- TANQUE SÉPTICO	83
5.5.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO.- FILTRO PERCOLADOR.....	85
5.5.7. TRATAMIENTO DE LODOS	88
5.5.8. EMISOR Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS .	88
5.5.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	89
CAPITULO VI.....	90
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO	90
6.1. COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO	90
CAPITULO VII	94
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
7.1. CONCLUSIONES.....	94
7.2. RECOMENDACIONES	96
8. BIBLIOGRAFÍA	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuo líquidos.	10
Tabla 2. Diámetros recomendados de pozos de revisión	13
Tabla 3. Etapas de depuración	18

Tabla 4. Límite Máximo para descargar a un cuerpo de agua dulce.....	35
Tabla 5. Límite máximo para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional.....	35
Tabla 6. Criterio admisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulce.....	36
Tabla 7. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.....	36
Tabla 8. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.....	36
Tabla 9. Precipitación promedio mensual.....	40
Tabla 10. Precipitación promedio mensual, cantón El Tambo.....	40
Tabla 11. Principal actividad económica familiar.....	42
Tabla 12. Información sobre la vivienda.....	43
Tabla 13. Información sobre los habitantes.....	44
Tabla 14. Abastecimiento de agua.....	45
Tabla 15. Eliminación de Excretas.....	45
Tabla 16. Pago por agua entubada.....	46
Tabla 17. Consumo promedio mensual del agua.....	47
Tabla 18. Percepción del sistema de alcantarillado.....	48
Tabla 19. Índice de crecimiento de la población.....	49
Tabla 20. Población del Cantón El Tambo.....	50
Tabla 21. Dotaciones de agua recomendadas.....	53
Tabla 22. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.....	53
Tabla 23. Coeficientes de escurrimiento.....	57
Tabla 24. Ecuaciones de intensidad de la lluvia para la zona del proyecto.....	58
Tabla 25. Velocidades Máximas.....	63
Tabla 26. Aportes per cápita para aguas residuales domésticas.....	65
Tabla 27. Coordenadas de las calicatas.....	69
Tabla 28. Resumen de catastro de Pozos.....	72
Tabla 29. Resumen de las redes del alcantarillado sanitario.....	73
Tabla 30. Densidad Poblacional por número de viviendas.....	74
Tabla 31. Proyección de la población.....	76
Tabla 32. Dotación de agua potable.....	77
Tabla 33. Parámetros de diseño.....	77
Tabla 34. Resumen de los pozos.....	78
Tabla 35. Características de los afluentes.....	80
Tabla 36. Parámetros de diseño.....	81
Tabla 37. Dimensiones del aliviadero.....	82
Tabla 38. Parámetros para el diseño del tanque séptico.....	83
Tabla 39. Dimensiones obtenidas para el tanque séptico.....	84
Tabla 40. Eficiencia del Tanque séptico vs el efluente.....	85
Tabla 41. Parámetros de diseño para el Filtro percolador.....	86
Tabla 42. Eficiencia del filtro percolador vs el efluente a la descarga.....	88

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1: Pozo de revisión típico.....	13
Esquema 2: Conexión domiciliaria.....	14
Esquema 3: Tipos de sumideros.....	15
Esquema 4: Sumidero de Rejilla en cuneta.....	16
Esquema 5: Conexión típica del sumidero al pozo de inspección.....	17
Esquema 6: Reja típica de limpieza manual.....	19
Esquema 7: Tamiz estático auto limpiante.....	20
Esquema 8: Tamiz rotativo.....	20
Esquema 9: Desarenador de flujo horizontal.....	22
Esquema 10: Sección transversal de un desarenador aireado.....	23

<i>Esquema 11: Desengrasador estático.....</i>	<i>24</i>
<i>Esquema 12: Desengrasador aireado</i>	<i>24</i>
<i>Esquema 13: Sedimentador primario.....</i>	<i>26</i>
<i>Esquema 14: Fosa séptica típica.....</i>	<i>27</i>
<i>Esquema 15: Planta de un tanque IMHOFF común.</i>	<i>29</i>
<i>Esquema 16: Sección transversal de un tanque IMHOFF común.</i>	<i>29</i>
<i>Esquema 17: Sistema de fangos activados</i>	<i>32</i>
<i>Esquema 18: Proceso de filtración biológica.....</i>	<i>33</i>
<i>Esquema 19: Ubicación del sector Queseras</i>	<i>38</i>
<i>Esquema 20: Mapa de clima - serie 1965 - 1999.....</i>	<i>39</i>
<i>Esquema 21: Temperatura en Cantón El Tambo</i>	<i>41</i>
<i>Esquema 22: Mapa de zonificación de intensidades de precipitación.....</i>	<i>59</i>
LISTA DE GRÁFICOS.-	
<i>Grafico 1. Principal actividad económica familiar.....</i>	<i>42</i>
<i>Grafico 2. Información sobre la vivienda.</i>	<i>43</i>
<i>Grafico 3. Información sobre los habitantes.....</i>	<i>44</i>
<i>Grafico 4. Abastecimiento de agua.....</i>	<i>45</i>
<i>Grafico 5. Eliminación de excretas.....</i>	<i>46</i>
<i>Grafico 6. Pago por agua entubada.</i>	<i>47</i>
<i>Grafico 7. Consumo promedio mensual.....</i>	<i>48</i>
<i>Grafico 8. Percepción del sistema de alcantarillado</i>	<i>48</i>
<i>Grafico 9. Crecimiento poblacional del cantón El Tambo.....</i>	<i>50</i>
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.-	
<i>Fotografía 1: Estudio Topográfico.....</i>	<i>68</i>
<i>Fotografía 2: Pozos de revisión del sistema de alcantarillado actual.....</i>	<i>71</i>

RESUMEN

El proyecto a continuación contempla el diseño del nuevo sistema de alcantarillado y planta de tratamiento, para los habitantes del sector Queseras pertenecientes a la comunidad de Chuichun, Cantón el Tambo, Provincia del Cañar. Para el diseño del sistema de alcantarillado se consideraron, criterios y parámetros establecidos en el instituto ecuatoriano de normalización INEN, mientras que para la selección y diseño de la planta de tratamiento se tomaron los límites permisibles que determinan la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes del libro VI del TULSMA.

Dentro del primer capítulo encontramos una breve descripción del estado actual del lugar del proyecto, los objetivos tanto generales como específicos, la justificación y el alcance del presente proyecto. El segundo capítulo refiere a la fundamentación teórica, donde se expone las principales definiciones, procedimientos y métodos según normativas. El tercer capítulo contiene la información general de la zona del proyecto, así como, ubicación geográfica, descripción del sector, análisis socioeconómico, entre otros. Seguidamente en el cuarto capítulo se establecen los parámetros de diseño, tanto para el sistema de alcantarillado como para la planta de tratamiento, se determina índices de crecimiento, dotaciones de agua potable, métodos de estimación futura, y otros estudios de ingeniería como, estudio topográfico y de mecánica de suelos. El quinto capítulo presenta la evaluación del sistema de alcantarillado combinado existente, con sus respectivas conclusiones y soluciones, como también el diseño del nuevo sistema de alcantarillado combinado y el diseño del sistema de tratamiento seleccionado para este caso. En el capítulo seis se detalla el presupuesto referencial y las especificaciones técnicas para llevar a cabo dicho proyecto.

Por ultimo en el séptimo capítulo se encuentra las conclusiones a las que se llegaron, una vez realizado el estudio, respondiendo a los objetivos que se establecieron y enunciando las recomendaciones para la correcta ejecución, y eficiente funcionamiento del proyecto. Finalmente se adjuntan los planos constructivos del proyecto.

Palabras claves: AGUA RESIDUAL, SISTEMA DE ALCANTARILLADO, ETAPAS DE DEPURACIÓN.

ABSTRACT

This following project deals with the design of a new sewer system and murky-water treatment plant led to the inhabitants of a place called “Queseras” – a small village that belongs to the community of Chuichun located in el canton El Tambo, Cañar province. Certain criteria and parameters established by the INEN- Ecuadorian standardization were taken into account in order to design the sewerage system, while the permitted boundaries that determine the environmental quality standard and discharge of sewages of the book were taken into account from the book VI of the TULSMA in order to select and design the murky-waters treatment plant.

A brief description of the general and specific objectives, and how far have these objectives been achieved in order to accomplish the goal of the project will be found on the first paragraph. The second chapter deals with the theoretical foundation, where the main definitions are presented according to normative methods. The third chapter deals with the general information of the project area as well as the geographical location, description of the place under study, socioeconomic analysis, among others. In the fourth chapter, information about how the design parameters are established, both for the sewerage system and for the treatment plant, growth rates, drinking water supplies, future estimation methods, and others like engineering studies, and topographic study are determined. The fifth chapter offers the valuation of the existing combined sewer system, with its respective conclusions and solutions, as well as the design of the new combined sewerage system and the design of the treatment system selected for this purpose. In chapter six, a detailed list of the referential budget and the technical specifications to carry out this project is given.

Finally, a conclusion gotten after the study is done and given in the seventh chapter. This conclusion responds to the objectives that were established. Also here a list of recommendations for the correct execution, and efficient operation of the project is found. Lastly, the construction plans of the project are attached to it.

Keywords: MURKY WATERS, SEWAGE SYSTEM, DECONTAMINATION STAGES.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

El continuo crecimiento poblacional provocado por el desarrollo de las zonas rurales del país, se ve reflejado en el incremento de la demanda de los servicios básicos, haciendo necesario ofertar estos servicios a un ritmo similar, para que los pobladores tengan una vida confortable y ambientalmente saludable. Las redes de alcantarillado constituyen uno de los sistemas de saneamiento básico cuyo derecho es obligatorio según establece la Constitución Ecuatoriana para el Buen Vivir de los pueblos, ya que estos se encargan de recoger y evacuar las aguas residuales domésticas, así como también, las aguas lluvia que se escurren en calles y veredas para luego conducir las a lugares adecuados para su tratamiento. Los sistemas de alcantarillado deben estar diseñados cumpliendo las normativas técnicas vigentes, según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), para el saneamiento ambiental, tratando en lo posible que el sistema sea funcional y seguro dentro de la vida útil de diseño.

En el presente trabajo de investigación se pretende realizar una evaluación detallada del sistema de alcantarillado existente en el sector Queseras de la comunidad de Chuichun para que, con base a esto, proponer el diseño de un nuevo sistema de alcantarillado cumpliendo con todas las especificaciones técnicas según establece la legislación ecuatoriana. De igual forma, en vista de que el sistema existente no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, se presentará una propuesta de diseño de un sistema de tratamiento óptimo para de esta manera reducir el daño ambiental que se viene causando en la actualidad. Posteriormente el GAD Municipal del cantón El Tambo al contar con los estudios del nuevo sistema de alcantarillado y planta de tratamiento propuesto, realizará las acciones pertinentes para la construcción del mencionado proyecto.

1.2. ANTECEDENTES

La comunidad de Chuichun, una de las comunidades rurales de la parroquia el Tambo, cantón del mismo nombre, provincia del Cañar, se encuentra dividida en trece sectores, siendo uno de ellos el sector Queseras el mismo que cuenta con un sistema de alcantarillado combinado que presta el servicio aproximadamente desde el año 1995 a la fecha, construido por Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón El Tambo de ese entonces, sin embargo en la actualidad los elementos que forman el sistema, se encuentran deteriorados, estos son los pozos de revisión, tuberías de cemento, sumideros, entre otros, mismos que se encuentran funcionando en condiciones limitadas y ocasionado molestias a los habitantes de dicha localidad; la descarga de estas aguas residuales se está realizando en el Río San Antonio, las mismas carecen de cualquier tipo de tratamiento y vienen causando un impacto ambiental negativo en los sectores colindantes aguas abajo del punto de descarga.

Una planta de tratamiento es el complemento de un sistema de alcantarillado con la cual se obtiene la reducción del nivel de contaminación ambiental en los lugares de descarga. En la actualidad existen muchos sistemas de alcantarillado que no cuentan con una planta de tratamiento y sus descargas no son controladas; realizándolas directamente en ríos y quebradas, denominados “cuerpos receptores”. La planta de tratamiento es la encargada de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del agua residual, por medio de procesos sistemáticos que conllevan entregar un afluente que cumpla con los requerimientos estipulados en la normativa legal vigente.

1.3. EL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO:

Diseño Del Nuevo Sistema De Alcantarillado y Planta De
Tratamiento Para El Sector Queseras De La Comunidad
De Chuichun, Cantón El Tambo, Provincia Del Cañar

PROMOTOR:

Universidad Católica De Cuenca “Sede Azogues”
Unidad Académica De Ingeniería, Industria Y Construcción
Carrera De Ingeniería Civil

BENEFICIARIOS:

Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón El Tambo
(Comunidad De Chuichun - Queseras)

1.4. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el sector Queseras ha experimentado un incremento en sus habitantes y por ende en el número de viviendas, razón por lo cual, el GAD Municipal del cantón El Tambo se ha visto en la necesidad de contratar un estudio de evaluación y de ser el caso, el diseño de un nuevo sistema de alcantarillado para cubrir con las necesidades salubres del sector al dotarlo de este servicio básico; para esto, inicialmente es necesario realizar una evaluación técnica de los componentes que conforman el sistema actual, es decir, tuberías, pozos de revisión, pozos domiciliarios, calidad del agua del efluente, entre otros.

Actualmente las aguas servidas del sector se descargan directamente hacia el Río San Antonio produciendo efectos ambientales adversos en localidades aguas abajo del punto de descarga, por lo que un sistema de tratamiento sería la solución más óptima a este problema; por ello, también la propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales es tema fundamental en este proyecto.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. GENERAL

Evaluar el sistema de alcantarillado existente y diseñar el nuevo sistema de alcantarillado combinado, y una planta de tratamiento de aguas residuales para el sector Queseras de la comunidad de Chuichun, perteneciente al cantón El Tambo, provincia del Cañar.

1.5.2. ESPECÍFICOS

1. Levantar información referente al proyecto, en la zona de estudio.
2. Evaluar el sistema de alcantarillado existente del sector Queseras en la comunidad de Chuichun
3. Proponer el diseño del nuevo sistema de alcantarillado para el sector Queseras de la comunidad Chuichun.

4. Proponer el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el sector Queseras de la comunidad de Chuichun.

1.6. ALCANCE

El presente trabajo contempla únicamente la evaluación del sistema de alcantarillado actual, la propuesta de diseño de un nuevo sistema de alcantarillado y el diseño hidráulico de una planta de tratamiento convencional, para lo cual, inicialmente se programará la ejecución de ciertos trabajos preliminares tales como: levantamiento topográfico, estudio geotécnico, análisis de contenidos de patógenos en el agua servida, inspección de los componentes del sistema existente, entre otros; y se concluirá con la determinación del presupuesto final y las especificaciones técnicas en base a los diseños obtenidos.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACION:

Para Osorio, Torres, y Sanches, (2010) el agua residual, refiere a los desechos líquidos evacuados luego del empleo del agua natural; dichos residuos poseen una composición muy variada, que además de traer consigo patógenos, contienen otras muchas sustancias contaminantes, que impiden establecer una definición exacta, ya que la misma está en función de las características que se dan en cada localidad, sector o industria.

Cualla (1995) Hace mención a que las aguas residuales se pueden clasificar de acuerdo a sus orígenes como se puede observar en los siguientes ítems.

- **Aguas residuales domesticas:** Como desechos líquidos provenientes de los inodoros, duchas, fregaderos y de todo tipo de actividad doméstica, trayendo consigo sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, nutrientes, restos de jabones, grasas y organismos patógenos, denominadas también como aguas negras.
- **Aguas residuales industriales:** Aguas evacuadas de procesos industriales y manufactureros, que contienen a más de los desechos domésticos indicados anteriormente, elementos tóxicos, como; plomo, mercurio, níquel, entre otros; los cuales requieren ser removidos antes de ser descargados en los sistemas de alcantarillados.
- **Agua lluvia:** Proviene de los escurrimientos originados por cualquier tipo de precipitación sea esta lluvia, granizo, o nieve; y debido al efecto de lavado que ejerce por las calles y veredas, éstas pueden contener una cantidad considerable de contaminantes y sólidos en suspensión, haciendo que la calidad del agua se deteriore.

2.2. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SEGÚN LA NECESIDAD DEL SECTOR

2.2.1. DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO:

Cualla (1995), define a los sistema de alcantarillado como obras de saneamiento que contiene una serie de tuberías (colectores) y demás obras complementarias, las que permiten la recolección y el transporte de las aguas residuales (domesticas, industriales y pluviales), de forma segura, evitando la contaminación ambiental y neutralizando el riesgo de contagio de enfermedades epidemiológicas en los pobladores. Los sistemas de alcantarillados pueden ser: separados, combinados o mixtos; pero según previa evaluación de campo se ha llegado a determinar que debido a que el sector; lugar del estudio; presenta una toponomía urbanística, y cuenta con un alcantarillado combinado deteriorado; la mejor alternativa de diseño es el mismo sistema combinado; a continuación se cita brevemente ciertos detalles característicos de este tipo de sistema.

2.2.2. DEFINICIÓN DE ALCANTARILLADO COMBINADO

Se trata de un sistema conformado por una sola red de colectores o ductos encargados de transportar el agua residual producida por un área urbana (domestica e industrial) y; simultáneamente el agua de escorrentía pluvial. Cualla (1995) Indica que al emplear el sistema de alcantarillado combinado, se puede estar tomando una solución económica inicial, desde el punto de vista de la recolección; pero no lo será, si se pretende proporcionar una solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, puesto que el caudal efluente de un alcantarillado combinado es muy variable tanto en cantidad como en calidad lo cual genera complicaciones en los procesos de tratamiento.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS:

- Es una alternativa de saneamiento eficiente para pequeños núcleos urbanos, que no cuenten con espacios disponibles “calles angostas”, que permitan implementar los dos sistemas por separado.
- Presenta una ventaja económica inicial en el proyecto.

- Este tipo de sistemas de alcantarillado no admite utilizar colectores con diámetros menores a los 250 mm, puesto que la cantidad de caudal que este transporta es elevado.

2.2.4. PARÁMETROS PRINCIPALES DE DISEÑO:

Los principales parámetros a considerar para el diseño de un sistema de alcantarillado combinado se enuncian a continuación:

2.2.4.1. Periodo de diseño

Considerado como la vida útil de una estructura, indica el periodo de tiempo en años en el que se propiciara un servicio garantizando la calidad y eficiencia. La Organización panamericana de la salud (2005) deduce que el periodo de diseño permite definir el tamaño del proyecto en base a la población que se servirá al final del mismo, en proyectos de obras de saneamiento para el área rural se recomienda asumir periodos relativamente cortos, considerando la construcción por etapas, con el fin de reducir al mínimo los errores en la estimación del crecimiento poblacional y los consumos de agua potable.

2.2.4.2. Niveles de servicio

Se refiere al grado de facilidad en la disponibilidad de los servicios básicos. La siguiente tabla presentada a continuación, contiene los niveles de servicio proporcionado por El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 005 (1997), para poblaciones en el área rural.

Tabla 1. *Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuo líquidos.*

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua preferencias y capacidades económicas del usuario
	DE	
La	AP	Grifos públicos
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Lb	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	DE	letrinas con o sin arrastre de agua
Lla	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	letrinas con o sin arrastre de agua
Llb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	DRL	sistema de alcantarillado sanitario
simbología utilizada		
AP: agua potable		
DE: disposiciones de excretas		
DRL: disposición de residuos líquidos		

Fuente: (INEN 005, 1997, pág. 19)

2.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

2.3.1. POZOS DE INSPECCIÓN

Los pozos de inspección son estructuras de concreto, ladrillo o de cualquier otro material, que son utilizados en la construcción de los sistemas de alcantarillado, con diferentes fines; como; los de brindar mantenimiento a los colectores, disipar la energía del flujo, y evitar la acumulación excesiva de sedimentos. Su configuración es cilíndrica, con una sección cónica en la parte superior, y una tapa desmontable que admite la ventilación.

Para la Organización panamericana de la salud (2005) los pozos de inspección serán colocados de manera estratégica de acuerdo al diseño, y sugiere ubicarlos en los siguientes puntos:

- Cada inicio de tramo de colector
- Donde sea necesario de empalmar dos o más colectores; cuando la red siga el eje vial en cada intersección de la calle.
- En donde exista la necesidad de cambiar de dirección al flujo.
- En cambios bruscos de pendiente, para disipar la energía.
- En donde exista la necesidad de producir un salto, con el objetivo de disminuir la velocidad.
- En otros lugares donde sea necesario, previa justificación del proyectista.

La distancia a la cual se debe colocar los pozos de inspección, está en función del diámetro del colector. La INEN (1992) presenta en los siguientes ítems, las distancias recomendables de acuerdo al diámetro, y las características constructivas que se deben tomar en cuenta al momento de implantar dichas unidades.

- 100m para diámetros menores a 350mm
- 150m, para diámetros comprendidos entre 400mm y 800mm
- 200m, para diámetros mayores a 800mm
- Para cualquier diámetro de colector los pozos deberán colocarse dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, tomando en cuenta siempre que esta distancia no sea mayor a lo que permite los equipos de limpieza.
- El diámetro mínimo superior será de 0.60m, para permitir el ingreso de una persona.
- La variación del diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará usando un cono excéntrico que facilite el descenso hacia el interior del pozo.

- El diámetro del cuerpo del pozo está en función del diámetro máximo de la tubería que llega al mismo. De acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2. Diámetros recomendados de pozos de revisión

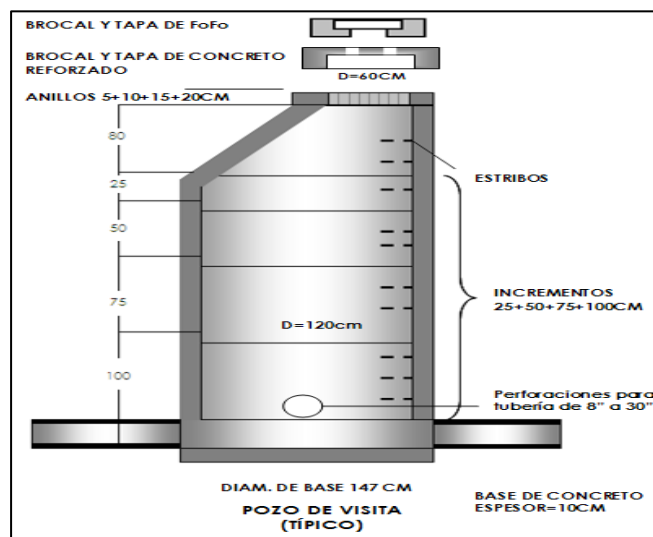
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO DEL POZO (m)
Menor o igual a 550 Mayor a 550	0,9 Diseño especial

Fuente. (INEN, 1992, pág. 192)

- Para acceder al interior del pozo se recomienda escaleras portátiles.
- En el fondo del pozo se construirá cuantos canales sea necesario para permitir el flujo adecuado del agua sin interferencias hidráulicas.

En el esquema que se presenta a continuación se puede observar cada una de las partes de un pozo de inspección típico, el cual es el que generalmente se utilizan cuando el diámetro del colector de llegada no supere los 500mm, caso contrario se utilizaran estructuras tipo caja rectangulares de hormigón armado.

Esquema 1: Pozo de revisión típico



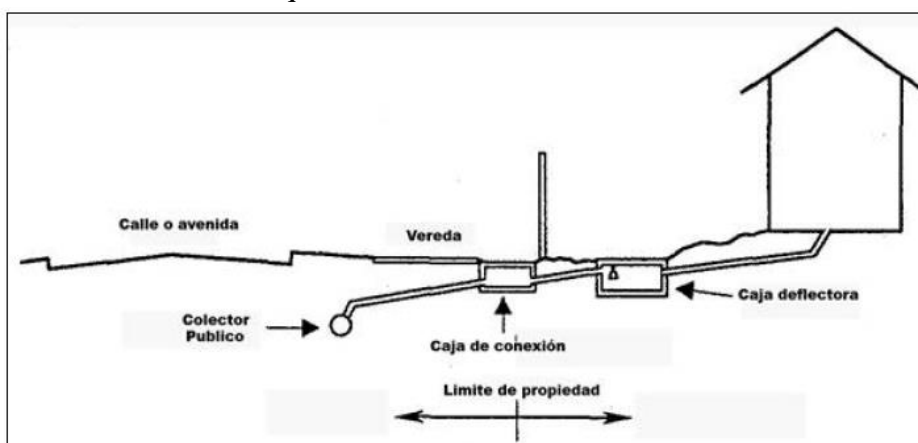
Fuente: <https://www.google.com.ec/search>

2.3.2. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Hace mención a un sistema que permite la evacuación del agua residual desde cada una de las viviendas hacia los colectores de servicio público, e inicia con una estructura denominada caja de revisión, el cual es un elemento de concreto de forma circular o cuadrada, o en muchos de los casos se utiliza un tubo de concreto de 300mm denominado TILL. A este tubo o caja instalada en la vereda entre la vía y la vivienda, llega la conexión intra domiciliaria. En casos de alto riesgo de obstrucción se construyen cajas deflectoras entre la vivienda y la caja revisión, con el fin de evitar el ingreso de basura que podrían taponar la alcantarilla principal; por lo general se recomienda que las dimensiones de las cajas deflectoras sean de 0.6mx0.60mx0.8m, y colocadas a 0.60m de la zona de ingreso (Organizacion panamericana de la salud, 2005).

En el esquema 2 se muestra una conexión domiciliaria típica con caja deflectora, misma que se podría utilizar en mercados restaurantes, y otros locales comerciales que descarguen una cantidad considerable de residuos líquidos.

Esquema 2: *Conexión domiciliaria*



Fuente: (Organizacion panamericana de la salud, 2005, pág. 42)

2.3.3. SUMIDEROS

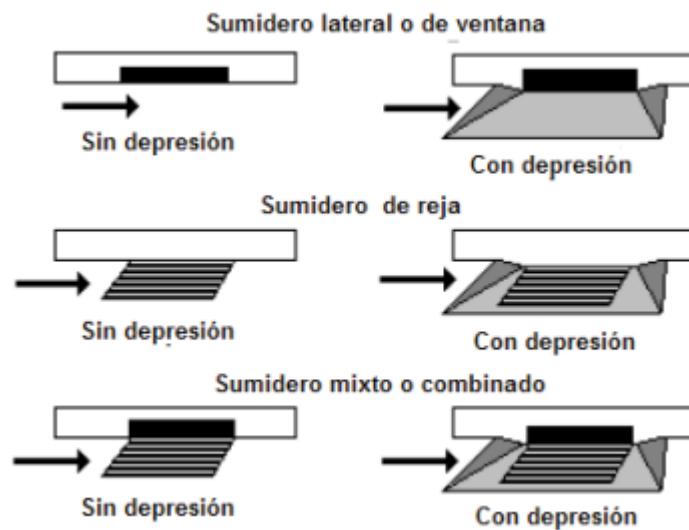
La Universidad de los Andes, PAVCO (2009) se refiere a estas como; estructuras que forman parte de un sistema de alcantarillado combinado, y tienen la función de recoger las aguas que se escurren en calles, veredas y cuentas, para transportarlas a los colectores del sistema de forma segura evitando inundaciones que causen daños a propiedades públicas y privadas. La capacidad hidráulica del sumidero está en función

de su geometría, como también de las características del flujo en las cunetas. A su vez dicha capacidad gobierna tanto el flujo que continua por la cuneta, como el caudal que ingresa a la red de drenaje. Una inadecuada capacidad de captación y/o una errada ubicación de estos elementos, causaría inundaciones y pérdidas económicas sociales. Los elementos que forman dichas unidades se enuncian a continuación.

- **Rejilla:** Parte del sumidero con la función de imposibilitar el paso de solido flotantes de gran tamaño que puedan causar obstrucciones o daños al sistema de alcantarillado.
- **Marco para rejilla:** Consta de un elemento rectangular donde van sostenidos las rejillas y se encarga de separar la estructura de la superficie de la calzada.
- **Tapa de sumidero:** Elemento utilizado al momento de proporcionar mantenimiento y limpieza al sumidero, el mismo sirve para tapan el orificio de la estructura e impedir el ingreso del agua a la alcantarilla.

La clasificación de los sumideros obedece a la forma de la estructura de captación y se pueden clasificar en sumidero de ventana, sumidero de rejilla en cuneta, y sumideros mixtos o combinados, los mismos que se presentan en el esquema siguiente.

Esquema 3: *Tipos de sumideros*



Fuente: Norma Boliviana NB 688

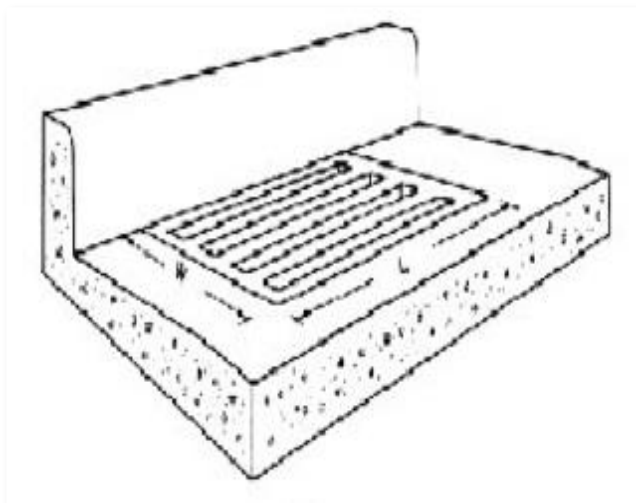
A continuación se definirá y presentara las principales características del sumidero óptimo para el presente trabajo, el cual se trata de un sumidero tipo rejilla en cuneta; que es el elemento con el que actualmente cuenta el sistema de alcantarillado combinado existente.

2.3.3.1. Sumidero de rejilla en cuneta

Para la Universidad de los Andes, PAVCO (2009), este tipo de sumidero consiste en una estructura que sirve para captar el agua de escorrentía superficial, y viene compuesta por una cámara o caja, cubierta por unas rejillas, colocadas en sentido paralelo al flujo o en sentido diagonal cuando se quiera favorecer la circulación de bicicletas y la separación entre barras supere los 2.5cm. Dichas barras pueden ser de sección rectangular o circular, que permitan el ingreso del agua y la retención de los sólidos suspendidos. Una de las principales ventajas que ofrece este tipo de sumidero es la de mayor capacidad de captación en pendientes longitudinales pronunciadas, pero no siempre es favorable puesto que pueden captar gran cantidad de desperdicios reduciendo el área útil de la rejilla.

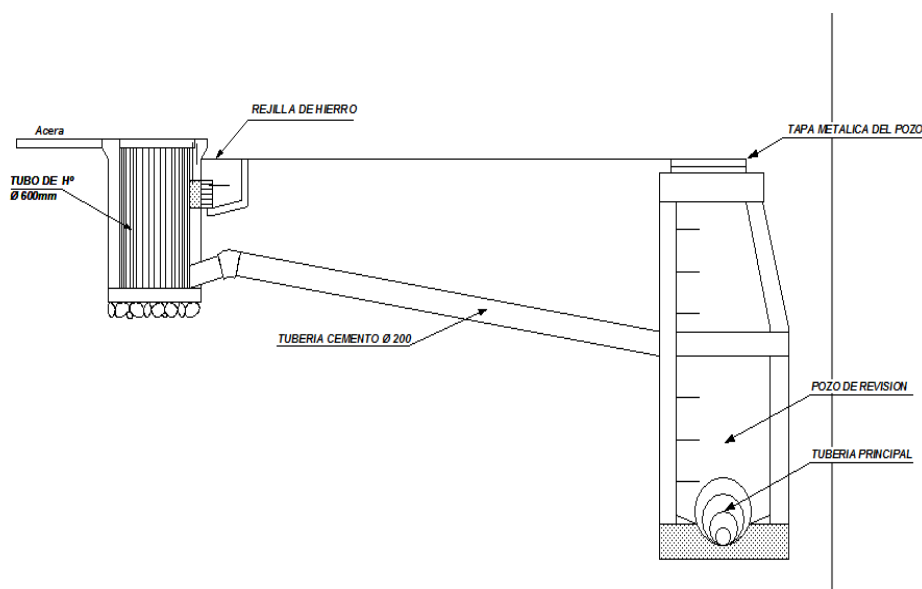
Los siguientes esquemas despliegan un sumidero típico de rejilla en cuneta, y la conexión realizada desde este, hasta el pozo de inspección.

Esquema 4: *Sumidero de Rejilla en cuneta*



Fuente: (Universidad de los Andes, PAVCO, 2009, p. 11)

Esquema 5: *Conexión típica del sumidero al pozo de inspección.*



Fuente: El Autor

2.4. SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ETAPAS DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

Un sistema de tratamiento se encarga de la eliminación de los contaminantes presentes en el agua residual, por medio de procesos; físicos, químicos, y biológicos, que aplicados de forma ordenada, secuencial, y sucesiva proporcionan un grado de tratamiento creciente. Autores como Nogales y Quispe (2009) afirman que los medios de tratamiento en que se aplican fuerzas físicas se llaman operaciones unitarias, mientras que los medios de tratamiento en los cuales la eliminación de contaminantes es mediante la adición de productos químicos o por actividad biológica, se conoce por procesos unitarios (p.307).

El tratamiento de los residuos líquidos se realiza por medio de varias etapas de depuración, las mismas que garanticen descargar un efluente compatible con las condiciones del cuerpo receptor. Las etapas mencionadas son las siguientes:

Tabla 3. *Etapas de depuración*

ETAPAS DE DEPURACIÓN
pre tratamiento
tratamiento primario
tratamiento secundario
tratamiento terciario

Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, pág. 307)

2.4.1. PRE TRATAMIENTO

HIDRA (2014) Alude que el pre tratamiento tiene la finalidad de separar del agua residual la mayor cantidad de materia flotante posible, por medio de un conjunto de operaciones físicas y mecánicas, lo cual evita que dicha materia cause daños en etapas posteriores del tratamiento. Un diseño adecuado y un correcto mantenimiento de estas unidades proporcionaran un eficiente funcionamiento a todo el sistema de tratamiento. La materia que logra ser eliminadas en el pre tratamientos son: solidos gruesos, plásticos, aceites, grasas y arenas.

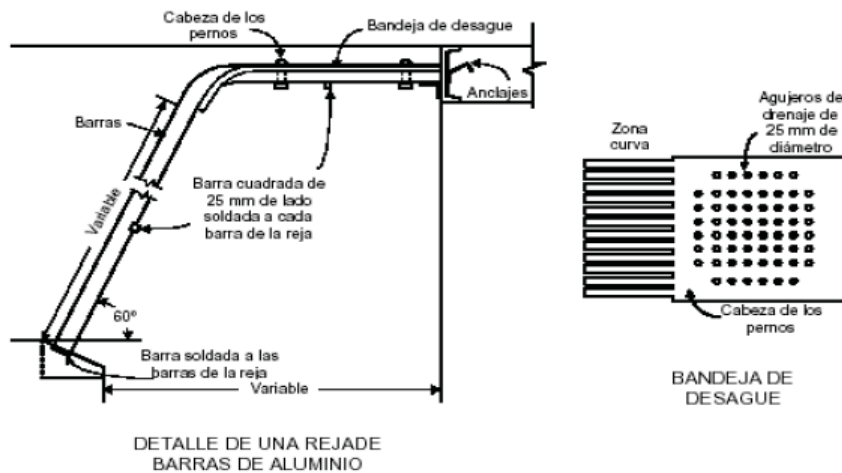
Entre los elementos más comunes para proveer el pre tratamiento a las aguas residuales se encuentran los siguientes:

- Rejas.
- Tamices.
- Desarenador.
- Desengrasador

2.4.1.1. Rejas

Nogales y Quispe (2009) Estipulan a estas estructuras como, barras soldadas a un marco colocadas transversamente al canal, en donde las dimensiones y espaciamientos de estas barras se determinaran de modo que la velocidad antes de, y a través de estas sea adecuada, su función principal es la de retener el material flotante de pequeño y mediano tamaño, que puedan obstruir o dañar bombas, tuberías y equipos de la planta de tratamiento, garantizando la buena operación de los procesos de tratamiento.

Esquema 6: *Reja típica de limpieza manual*



Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, p. 311)

2.4.1.2. Tamices

Son estructuras encargadas de retener los sólidos suspendidos que acarrea el agua residual a ser tratada, y consiste en una malla o soporte con ranuras, en el cual toda materia de dimensiones mayores a la luz de paso de la ranura es retenida y acumulada para posteriormente ser extraída de forma automática o manual.

Alianza por el agua (2008) Clasifica a los tamices en estáticos auto limpiantes, rotativos y deslizantes los cuales se especifican en los ítems siguientes:

- **Tamices estáticos auto limpiantes:** constan de un enrejado inclinado constituido por barras horizontales de acero inoxidable, rectas, o curvas, de sección triangular, de tal forma que la parte plana quede orientada al flujo como se indica en el esquema. El agua a tratar es suministrado por la parte superior, realizando su recorrido por el tamiz, donde los sedimentos que superan el tamaño de las ranuras ruedan por el mismo hacia la parte inferior donde existe un contenedor de acumulación, mientras que el agua atravesada es recogida por una tubería que le trasportara a la siguiente fase de tratamiento.

Esquema 7: *Tamiz estático auto limpiante*



Fuente: (Alianza por el agua, 2008, pág. 30)

- **Tamices rotativos:** Estructuras de acero inoxidable, que forman un enrejado cilíndrico de eje horizontal, donde el agua a tratar se alimenta desde la parte exterior del cilindro logrando que los sólidos que superan el tamaño del orificio del tamiz, queden adheridos en la parte exterior, para posteriormente ser limpiados mediante su propio giro, y el agua que atraviesa el enrejado es conducido hacia la siguiente etapa. El esquema de este tipo de reja se puede observar a continuación:

Esquema 8: *Tamiz rotativo*



Fuente: (Alianza por el agua, 2008, p. 30)

- **Tamiz deslizante:** “Este tipo de tamiz es utilizado en el desbaste fino, puesto que es una estructura vertical y continua con aberturas en la malla que oscila entre los 0.2 y 3mm”.(p.30)

2.4.1.3. Desarenador

Nogales y Quispe (2009) consideran al desarenador como la estructura encargada de separar y remover sólidos suspendidos como (arenas, gravas, cenizas y cualquier otro material flotante), consiste en uno o en dos canales horizontales, y su operación permiten que la velocidad de sedimentación de las partículas sea mayor a la velocidad de transporte de las mismas, logrando que la materia sedimentable se acumule en el fondo del tanque, para posteriormente ser evacuadas. Los tipos de desarenadores más frecuentes son los de flujo horizontal y los aireados; y la implementación de cualquiera de estos en un sistema de tratamiento de aguas residuales ayuda a:

- Proteger los equipos contra el desgaste y la abrasión excesiva.
- Reducir la acumulación de materiales sedimentables, en los ductos.
- Reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por acumulación de materia.

2.4.1.3.1. Desarenadores de flujo horizontal

Se trata de al menos dos canales horizontales, diseñados los dos para flujo máximo, puesto que cuando el uno esté en mantenimiento (limpieza) el otro esté funcionando eficientemente, dichos canales se dimensionan en función de la velocidad media del flujo, la cual debe proporcionar el tiempo suficiente para que la partícula más ligera logre sedimentarse antes de llegar al extremo de salida del desarenador. Es recomendable que para cualquier caudal la velocidad media del flujo debe ser 0.30 m/s, como mínimo 0.20 m/s, y como máximo 0.40 m/s, considerando una velocidad de sedimentación de 1.1 m/min (Nogales & Quispe, 2009).

Esquema 9: *Desarenador de flujo horizontal*

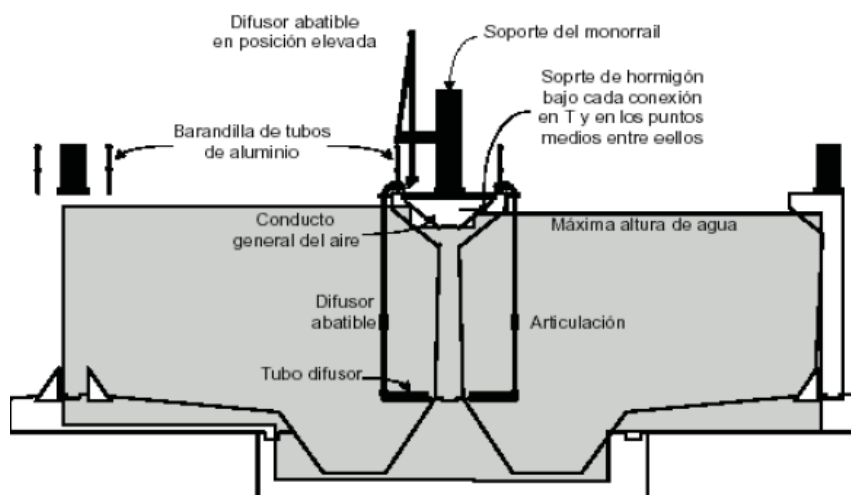


Fuente: (Alianza por el agua, 2008, p. 31)

2.4.1.3.2. Desarenadores aireados

En este tipo de desarenador, Nogales y Quispe (2009) deducen que las arenas y los sólidos se remueven a causa del movimiento en espiral que realiza el agua residual en el tanque de aireación, al igual que en los desarenadores de flujo horizontal, la velocidad es controlada con las dimensiones del tanque y la cantidad de agua que se suministra; estos tanques se proyectan para propiciar periodos de retención de tres minutos a caudal máximo.

Esquema 10: *Sección transversal de un desarenador aireado*



Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, p. 14)

2.4.1.4. Desengrasador

Se le llama desengrasador al elemento del sistema de tratamiento, que tiene la finalidad de eliminar las cantidades excesivas de grasas contenidas en el agua residual, estas grasas por lo general tienen origen doméstico que requieren ser removidas y eliminadas para prevenir daños en elementos posteriores. Para realizar el proceso de desengrasado, Alianza por el agua (2008) presentan dos tipos de estructuras, los desengrasadores estáticos y los desengrasadores aireados mismo que son definidos a continuación.

2.4.1.4.1. Desengrasadores estáticos

Este desengrasador consta de un depósito dotado con un tabique deflector, el mismo que obliga al agua a escurrirse por la parte inferior, logrando que los componentes de menor densidad que el agua, sean retenidos en la superficie, para una posterior evacuación con el uso de un recoge hojas de piscina.

Esquema 11: *Desengrasador estático*



Fuente: (Alianza por el agua, 2008, p. 32)

2.4.1.4.2. Desengrasadores aireados

Es un desengrasador en el cual se suministra aire por la parte inferior del depósito con el objetivo de des emulsionar grasas y mejorar la flotación de las mismas.

Esquema 12: *Desengrasador aireado*



Fuente: (Alianza por el agua, 2008, p. 32)

2.4.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

Para HIDRA (2014) el tratamiento primario consiste en una serie de procesos físico-químicos que tienen por objeto la eliminación mayoritaria del material flotante y sedimentable; los contaminantes que se logra neutralizar en este tratamiento son los siguientes:

- Materiales flotantes como: plásticos, celulosa, grasas, aceites, colillas, etc.
- Materiales sedimentables como: heces, restos alimenticios, arenas, etc.

Dichos procesos se logran mediante el empleo de un sedimentador primario, una fosa séptica o un tanque imhoff, los cuales son definidos a continuación, ya que son técnicas que se utilizan comúnmente para pequeñas poblaciones en áreas rurales, y no necesitan grandes superficies para su emplazamiento.

2.4.2.1. Sedimentación primaria

Se trata de una estructura, rectangular o circular que tiene como objetivo remover los residuos sólidos sedimentables y flotantes, mediante el efecto de la gravedad, que hace que una partícula, con una densidad mayor a la del agua, se sedimente y se acumule en el fondo del depósito. Nogales y Quispe (2009) ostentan que la geometría de estos elementos está en función de las partículas a sedimentar (tamaño, forma, densidad), si el sedimentador empleado es rectangular entonces el flujo adopta una velocidad horizontal constante, y es utilizado cuando existe la presencia de partículas densas y grandes, mientras que si el sedimentador es circular, la distribución del flujo es radial, desde el centro hacia afuera, experimentando una reducción en la velocidad de desplazamiento del agua cuando esta se aleja del centro. "Estos componentes operados eficazmente son capaces de remover entre el 50% y el 65% de sólidos en suspensión y entre el 25% y 40% de DBO5". (p. 314)

Esquema 13: *Sedimentador primario*



Fuente: (Alianza por el agua, 2008, p. 34)

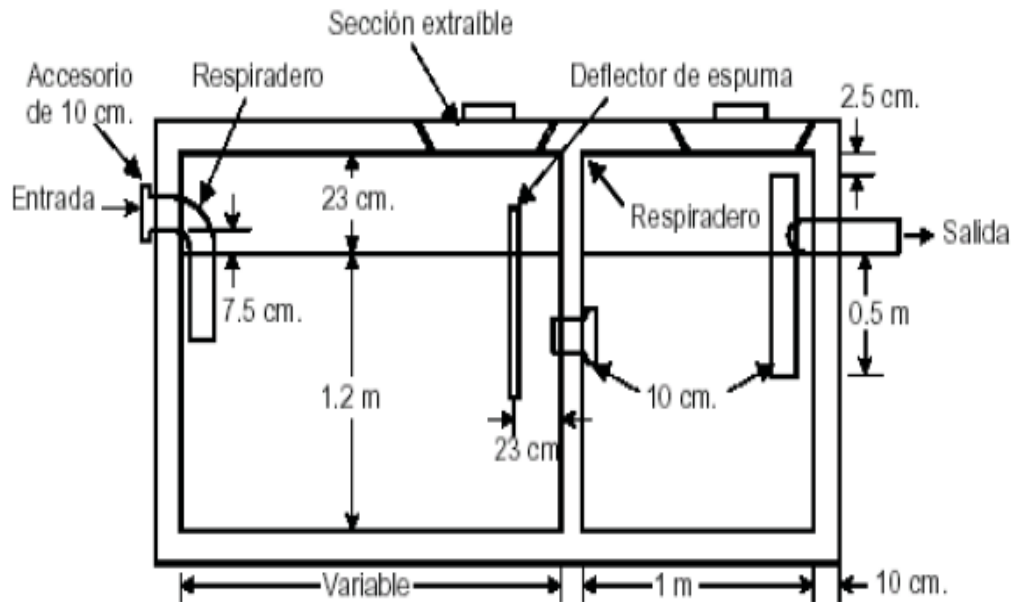
2.4.2.2. Fosa séptica

Es un sistema de tratamiento primario para aguas residuales domésticas, provenientes de una vivienda o un conjunto de viviendas, que cuenten con redes de agua potable pero carecen de sistemas alcantarillado, pero en muchos de los casos estas estructuras son utilizadas para brindar el tratamiento primario a pequeñas poblaciones rurales que cuenten con alcantarillado sanitario o combinado.

Los autores como Nogales y Quispe (2009) manifiestan que la fosa séptica consta de una o dos cámaras construidas de hormigón armado, ladrillo o cualquier otro material, y cumplen la función de recibir la aguas negras y crear una estabilización hidráulica, haciendo que estas aguas permanezca en la fosa un periodo de tiempo de 12 a 24 horas. El estancamiento del agua permite la sedimentación de las partículas pesadas, mientras que las partículas ligeras como grasas y aceites forman una capa de nata en la superficie, que posteriormente es descompuesta por bacterias anaerobias y una parte de ella se convierte en agua y otra en gases estables como CO₂, metano y sulfuro de hidrogeno, por otra parte los lodos sedimentados y acumulados en el fondo, entran en un proceso

de digestión anaerobia, y deberán ser retirados cada dos o tres años, puesto que estos pueden causar la disminución del volumen efectivo de la fosa y por ende reducir el tiempo de retención.

Esquema 14: Fosa séptica típica



Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, p. 317)

A continuación se exteriorizan las principales ventajas y desventajas a considerar en el momento de la elección de este tipo de sistema, y son las siguientes:

Ventajas:

- Este tipo de sistema es apto para viviendas individuales, Edificios, Hoteles, comunidades rurales, parques, condominios.
- La limpieza no es frecuente, puesto que se realiza cada dos o tres años.
- Ofrece un bajo costo en la construcción y operación.
- De fácil mantenimiento.

Desventajas

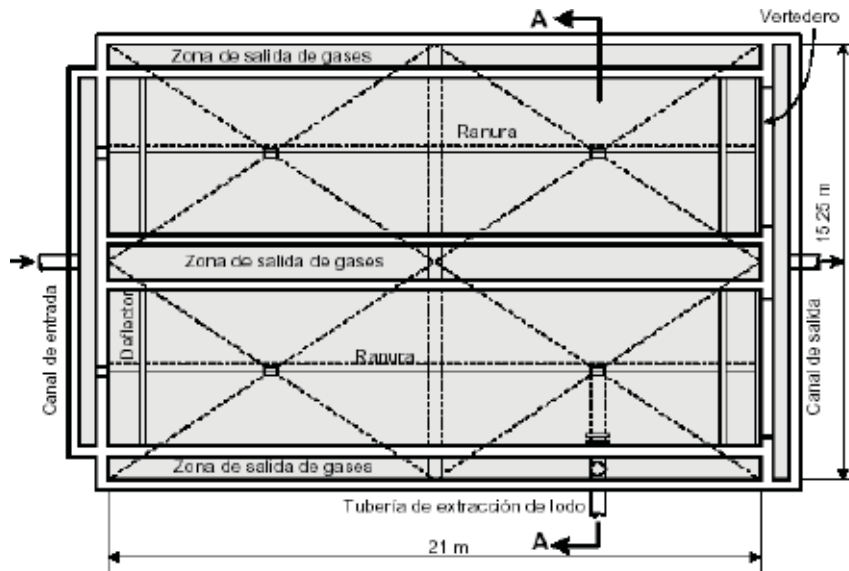
- Su uso es limitado y se considera que es apto solo para poblaciones de hasta 350 habitantes.
- Se considera una estructura limitada a la capacidad de infiltración del terreno
- Se necesita facilidades para la remoción de los lodos que produce, como: bombas, y camiones.

2.4.2.3. Tanque Imhoff

Para Nogales y Quispe (2009) el sistema consiste en una estructura utilizada para proporcionar el tratamiento primario al agua residual, y consta de un tanque rectangular dividido en tres niveles o compartimentos que son: la cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y el área de ventilación y acumulación de natas. Durante la operación de esta unidad, el agua residual es suministrada a la cámara de sedimentación, donde se remueven una gran cantidad de solidos suspendidos, los mismo que a causa de la gravedad resbalan a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape que existe en esta cámara. El traslape está diseñado para desviar los gases y solidos suspendidos que se producen en la digestión hacia la cámara de natas y ventilación, donde el gas se escapa a través de los respiraderos. Finalmente el lodo que se acumulado en el fondo del tanque es extraído y trasladado al lecho de secado, donde por infiltración se elimina el contenido de humedad, y los restos se disponen a enterrarlo o trasladarlos a los rellenos sanitarios cercanos.

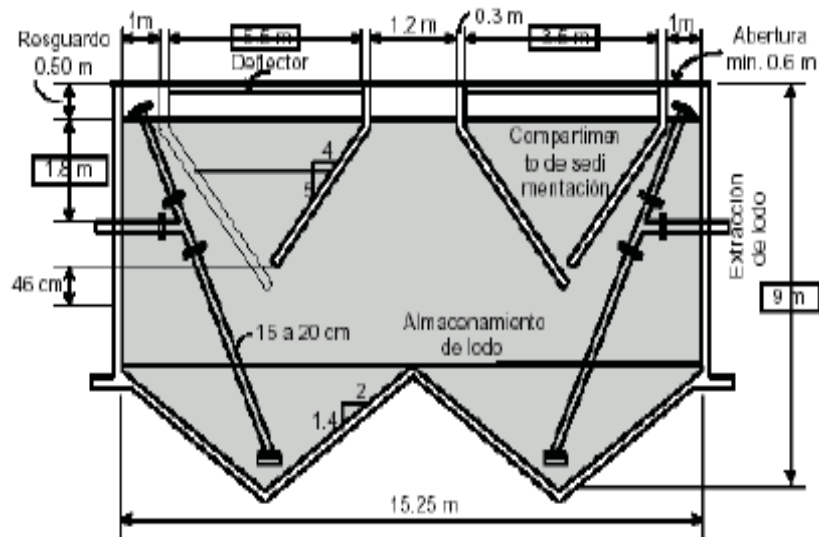
El esquema 15 se muestra la configuración de un tanque séptico en planta y en corte respectivamente.

Esquema 15: *Planta de un tanque IMHOFF común.*



Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, p. 316)

Esquema 16: *Sección transversal de un tanque IMHOFF común.*



Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, p. 316)

Al igual que las fosas sépticas, los tanques imhoff también presentan ciertas ventajas y desventajas, que los ingenieros responsables de cada proyecto deberán tomar en cuenta al momento de elegir esta opción.

Ventajas

- Ofrece Una mejor digestión en comparación a una fosa séptica.
- La descarga de lodos en el efluente es nula.
- Proporciona mayor facilidad en la evacuación y secado de lodos, que la fosa séptica.
- El agua residual a tratar no necesariamente deberá experimentar un pre tratamiento, sino únicamente deberá atravesar una criba gruesa y la separación de arenas.
- No se necesita altos recursos económicos en la operación y mantenimiento.
- Se puede emplazar en terreno relativamente pequeños.
- Son aptos para ciudades pequeñas y comunidades que no necesiten de atención constante.
- El efluente satisface ciertos requerimientos logrando evitar la contaminación de corrientes.

Desventajas

- Estructuras que llegan profundidades mayores a los 6m
- Al ser estructuras profundas encuentra problemas cuando el nivel freático es alto, y cuando su construcción sea realizada en arena fluida o en roca
- El efluente que entrega el tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica
- Remoción del 40% al 50% en sólidos suspendidos, y del 25% al 35% del DBO.
- En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando se encuentre funcionando correctamente.

2.4.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Alianza por el agua (2008) determina a esta fase de tratamiento como un conjunto de procesos que proporcionan además un tratamiento biológico, con la ayuda de

microorganismos (principalmente bacterias), mismas que actúan en condiciones aerobias sobre la materia contenida en el agua residual, logrando que “una parte de esta se oxide por flora bacteriana y obtenga energía necesaria para el mantenimiento celular, y de forma simultánea otra parte se convierte en tejido celular nuevo empleándose para ello la energía liberada en la fase de oxidación”. (p. 35)

Los contaminantes que se logran eliminar en esta fase son: Aceites, grasas emulsionadas, proteínas, hidratos de carbono, tensioactivos y jabones. Las principales unidades de tratamiento secundario que se podrían emplear en este trabajo se establecen a continuación y son: Fangos activados, y filtración biológica; las lagunas de estabilización no se definirán puesto que para su implementación se necesita grandes cantidades de terreno, lo cual no presenta el sector.

2.4.3.1. Fangos activados

Los literatos Nogales y Quispe (2009) relatan que los sistema de fangos activados, forma parte del tratamiento secundario en donde un residuo generalmente el agua residual es depositado y estabilizado para su depuración natural, mediante procesos biológicos. La operación consiste en mezclar completamente el agua residual con la materia orgánica mediante el uso de aireadores superficiales o sopladores, con el fin de que esta sirva de alimento para la producción de microorganismos usados en el proceso.

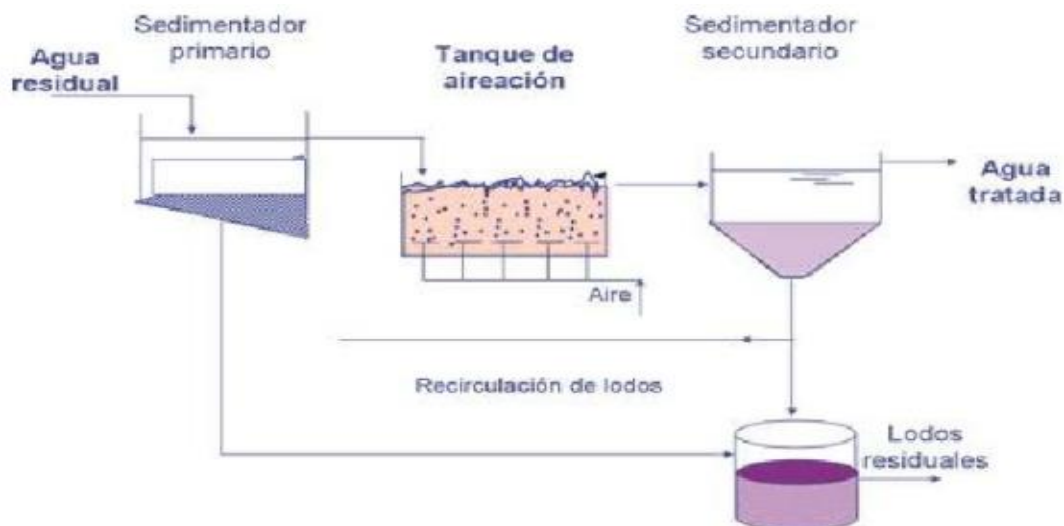
Una vez tratada el agua residual, parte de la masa-líquido es pasada desde el tanque superior hacia un tanque de sedimentación, donde se produce la separación de la masa biológica y el líquido. Parte de los sólidos biológicos retornan al reactor y los sólidos sobrantes son eliminados o purgados, puesto que de no ser así los microorganismos seguirían aumentando hasta no dar cabida, a este proceso se denomina clarificación del agua. Ciertos factores que se deben tomar en cuenta en el diseño de un sistema de lodos activados son enunciados en el siguiente listado.

- Los Criterios de carga
- La Selección del tipo de reactor

- La Producción de lodo
- Transferencia y necesidad de oxígeno
- Necesidad de nutrientes
- Exigencias del medio ambiente
- Separación de la fase solida-liquida
- Características del efluente

En el esquema 17 se despliega de forma grafica el proceso que experimenta el agua residual en este tipo de sistema de tratamiento.

Esquema 17: *Sistema de fangos activados*



Fuente: <https://es.slideshare.net/NellyLanders/proceso-de-lodos-activados>

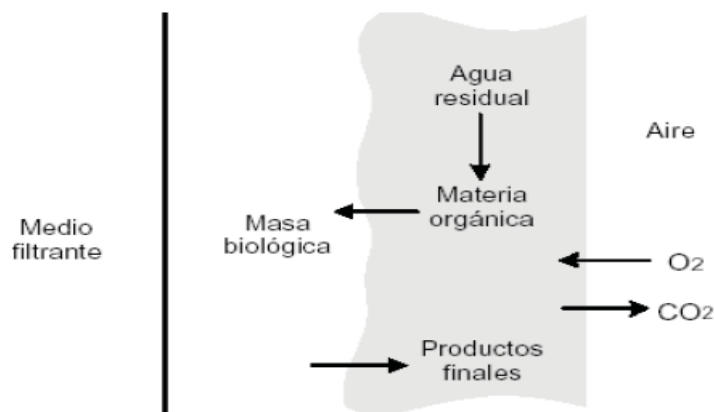
2.4.3.2. Filtración biológica

Se trata de una alternativa de tratamiento secundario, y su uso es adecuado en pequeñas comunidades e industrias que descarguen aguas residuales solubles, puesto que es una estructura circular o cuadrada que contiene un medio sumamente permeable al que se adhieren microorganismos por el cual se hace pasar el agua residual, por lo

general el medio filtrante es grava o piedra con diámetros que oscilan entre los 2.5 a 10 cm, con una profundidad que varía de acuerdo a cada diseño particular. El agua residual efluente del tratamiento primario es distribuida sobre el lecho filtrante donde se deja pasar el líquido, y la materia orgánica presente en el agua residual forma una película que a medida que aumenta de espesor es degradada por una población de microorganismo presentes en el medio. Esta materia orgánica es absorbida a la superficie sobre la película biológica, y es degradada por los microorganismos aerobios. A medida que estos microorganismos crecen, aumenta el espesor de la película y consumen el oxígeno antes de que logre traspasar todo el espesor de la misma. Por ende se consigue un ambiente anaerobio cerca de la superficie (Nogales & Quispe, 2009).

A continuación se indica de manera esquemática una sección transversal de una película biológica en un filtro biológico.

Esquema 18: *Proceso de filtración biológica*



Fuente: (Nogales & Quispe, 2009, p. 323)

Cabe mencionar que en las etapas de depuración se identificó un tratamiento terciario, el mismo que no se especificara en el presente trabajo, puesto que es un tratamiento más avanzado y no son muy comunes en nuestro medio; dichos tratamientos se utilizan en ciudades y urbes con un avanzado desarrollo, ya que su implementación requiere de un elevado recurso económico.

2.5. DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE

El efluente líquido que proviene de un sistema de tratamiento debe ser correctamente descargado hacia un cuerpo receptor, sea este, un cuerpo hídrico, la inyección o percolación o en su defecto la evaporación a la atmosfera. Lo que muy comúnmente se presenta es la disposición sobre un cuerpo hídrico lo cual se especifica a continuación:

2.5.1. DESCARGA SOBRE UN CUERPO HÍDRICO

Nogales y Quispe (2009) consideran como un cuerpo hídrico, a un lago, un río, o una quebrada en el cual va a ser descargado un efluente proveniente de un sistema de saneamiento. Sin embargo en las corrientes de agua de buena calidad existe un balance entre la vida vegetal y animal, caracterizado por la multiplicidad de especies sin el predominio de alguna en particular, la cual no debe ser alterada por la adición de agentes externos.

Mencionan además que introducir cantidades excesivas de contaminantes puede afectar al balance neutral en varias formas, como cambios en el PH o concentración de algunas especies orgánicas e inorgánicas, que puede llegar a ser tóxicas para formas de vida específicas, o la excesiva cantidad de material orgánico puede causar el rápido crecimiento bacteriano y agotamiento de las fuentes de oxígeno disuelto en la corriente. (pag.330)

Por lo cual es recomendable realizar un análisis de calidad del agua del cuerpo receptor, para compararlo con la calidad del efluente que se pretende descargar, logrando mantener la corriente en un ambiente saludable, con una capacidad asimilativa neutral que puede ayudar al tratamiento sin afectar a los usuarios aguas abajo.

2.6. NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

El TULSMA Libro VI en el anexo I, refiere que la siguiente norma técnica está dictada bajo el amparo de la ley de gestión ambiental y del reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental; es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Seguidamente presentan en las siguientes tablas los límites permisibles de cada parámetro considerado necesario en la elaboración del presente trabajo.

Tabla 4. *Límite Máximo para descargar a un cuerpo de agua dulce.*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceite y grasas	sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Coliformes fecales	Nmp/100ml	-	3000
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	100
DQO	DQO	mg/l	250
Potencial de hidrogeno	pH	-	5 - 9
Solidos sedimentable	-	ml/l	1.0
solidos suspendidos	-	mg/l	100
solidos totales	-	mg/l	1600

Fuente: (TULSMA Libros VI anexo I)

Tabla 5. *Límite máximo para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional.*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceite y grasas	sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Coliformes fecales	Nmp/100ml	-	600
Coliformes totales	Nmp/100ml	-	3000
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	2
Potencial de hidrogeno	pH	-	6 - 9

Fuente: (TULSMA Libros VI anexo I)

Tabla 6. *Criterio admisible para la preservación de flora y fauna en aguas dulce.*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Oxígeno disuelto	mg/l	mg/l	> 5
Potencial de hidrogeno	pH	-	6.5-9.0

Fuente: (TULSMA Libros VI anexo I)

Tabla 7. *Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Coliformes totales	Nmp/100ml	-	1000
Potencial de hidrogeno	pH	-	6 - 9
olidos disueltos totales	-	mg/l	3000

Fuente: (TULSMA Libros VI anexo I)

Tabla 8. *Criterios de calidad para aguas de uso pecuario*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	3.0
Coliformes fecales	nmp por cada 100ml	-	< 1000
Coliforme totales	nmp por cada 100ml	-	prom. mensual < 5000

Fuente: (TULSMA Libros VI anexo I)

Los límites del área de estudio son:

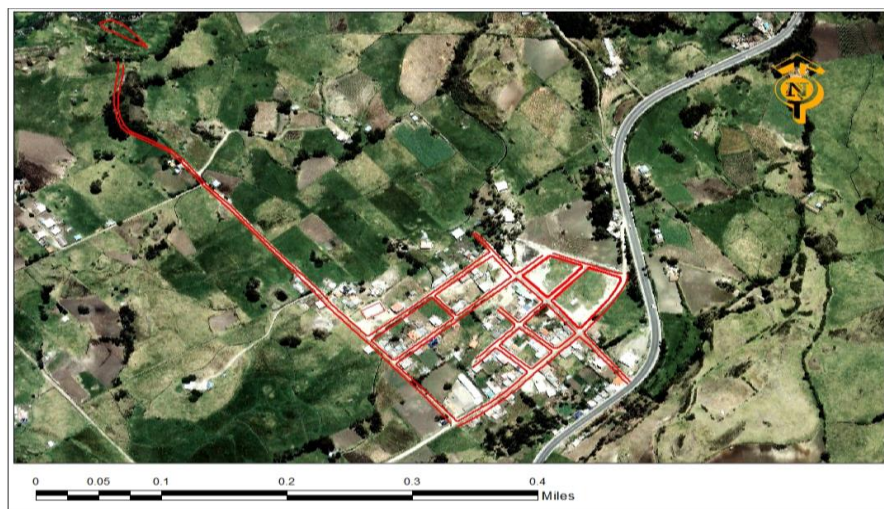
Norte: Con el Río San Antonio.

Sur: Con la panamericana Duran-Tambo.

Este: Con la panamericana Duran-Tambo.

Oeste: Con la parte céntrica de la comunidad de Chuichun.

Esquema 19: *Ubicación del sector Queseras*



Fuente: El Autor

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DE CHUICHUN – QUESERAS

El cantón el Tambo carece de división parroquial, y cuenta únicamente con la comunitaria, en el mismo se asienta trece comunidades rurales y un centro cantonal, a la vez cada comunidad está distribuida por localidades y actualmente suman 40. La comunidad que tiene el mayor número de sectores es la de Chuichun.

Según datos del INEC (2010). La densidad total bruta en El Tambo es de 1.42 habitantes por hectárea con una concentración poblacional en el centro cantonal y en las comunidades aledañas al centro, recalando que el cantón por ser pequeño tiene 6,583.0 hectáreas y 9475 habitantes, con una tasa de crecimiento del 1.5% al año.

La comunidad de Chuichun cubre una superficie de 1,255.6 Has que representa el 19.07% del cantón, considerada la comunidad más grande cuenta con un total de 1361 habitantes que corresponde al 14.36% de la población cantonal total.

El sector Queseras es uno de los siete sectores que forman la comunidad de Chuichun, se asienta en una superficie aproximada de 65 hectáreas que representa el 5.17% del territorio comunal, con una densidad poblacional de 4.78 habitantes por hectárea, alberga a 311 habitantes, que representan el 22.85% de la población comunal total, cantidad obtenida mediante el censo realizado para la elaboración de este proyecto.

3.3. CLIMA

Según la información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) el Cantón el Tambo y sus localidades presentan un clima seco con una variación estacional de la humedad casi nula como se indica en el esquema 21. El clima es uno de los componentes importantes al momento de caracterizar un sector, pues este condiciona la calidad de vida humana, animal y vegetal presente en el mismo.

Esquema 20: Mapa de clima - serie 1965 - 1999



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

3.4. PRECIPITACIÓN

Sobre la precipitación el GADMICET PDOT (2015) contiene que el cantón el Tambo y sus comunidades reciben una pluviosidad media entre 500mm y 1200mm por

año y el rango de precipitación en la que se encuentra la comunidad de Chuichun va desde 601mm a 800mm.

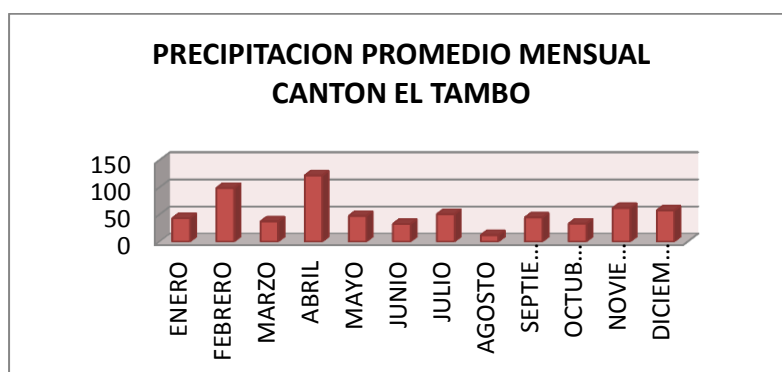
En el mismo existen dos periodos marcados de lluvia, el primero entre mediados de Enero y Abril y la segunda entre octubre y diciembre, tal como se puede observar en la siguiente tabla y grafico respectivamente.

Tabla 9. *Precipitación promedio mensual*

PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL EN EL CANTÓN EL TAMBO	
ENERO	43.4
FEBRERO	99
MARZO	37.4
ABRIL	122.1
MAYO	47.6
JUNIO	32.8
JULIO	50.9
AGOSTO	12.3
SEPTIEMBRE	44.6
OCTUBRE	33.4
NOVIEMBRE	62.1
DICIEMBRE	57.5
TOTAL	643.1

Fuente: (GADMICET, 2015)

Tabla 10. *Precipitación promedio mensual, cantón El Tambo.*

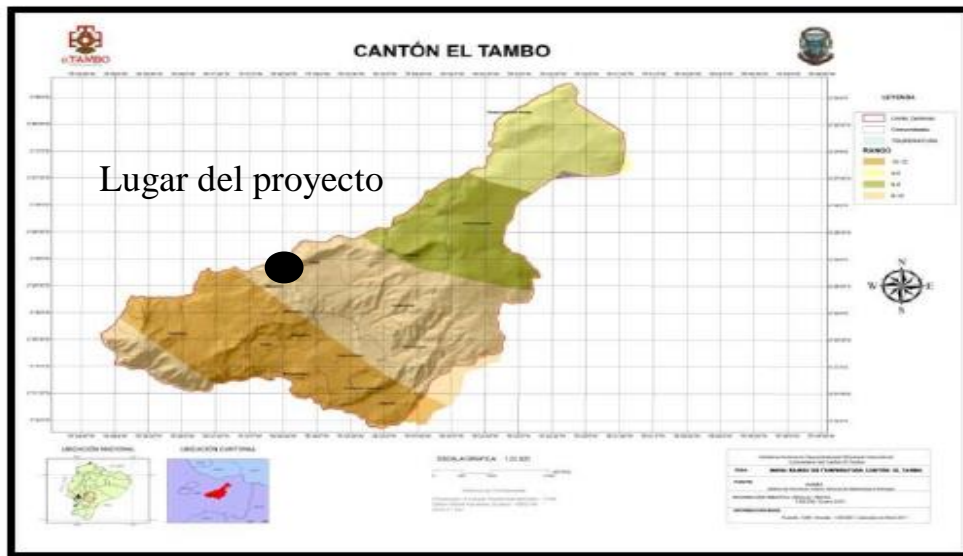


Fuente: (GADMICET, 2015)

3.5. TEMPERATURA

El GADMICET PDOT (2015) registra que el intervalo de temperatura promedio más extendido en el territorio oscila entre los 8°C - 10°C, sin embargo en épocas de verano la temperatura puede alcanzar los 20 °C. En el siguiente esquema se puede apreciar que la franja tomate corresponde a la parte baja del cantón, en la misma se encuentra ubicada la comunidad de Chuichun - Queseras, y la temperatura fluctuante es de 10°C.

Esquema 21: *Temperatura en Cantón El Tambo*



Elaborado por: DPGT-GADMICET 2015

Fuente: (GADMICET, 2015)

3.6. ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICOS Y SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR QUESERAS

Para el análisis socio-económico se recopilaron datos reales sobre la población y otros parámetros necesarios que servirán en la elaboración del trabajo, la técnica empleada es la encuesta, pues la misma es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, y permite obtener y elaborar datos de forma rápida y eficaz.

Esta técnica es muy común para investigaciones en el ámbito sanitario, he ahí la importancia del procedimiento, por lo cual las preguntas que se seleccionan para el cuestionario tendrán que satisfacer las necesidades del investigador.

Para este caso particular la encuesta es aplicada a la totalidad de la población, puesto que el mencionado sector es relativamente pequeño, y los resultados obtenidos se presentan a continuación:

3.6.1. PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONÓMICA FAMILIAR EN EL SECTOR

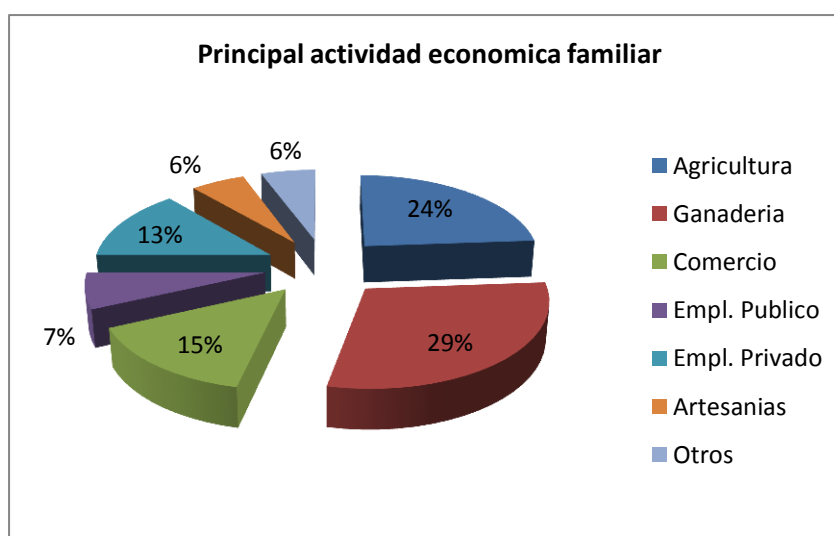
La actividad más ejecutada en el sector es la ganadería con un 29.95% de las familias dedicada a la misma, seguida de la agricultura con el 23.86% de las familias que se pueden denominar agricultores, y el 46.19% de las familias restantes se dedican a diversas actividades detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 11. *Principal actividad económica familiar.*

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Agricultura	21	23.86
Ganadería	26	29.55
Comercio	13	14.77
Empl. Publico	6	6.82
Empl. Privado	12	13.64
Artesanías	5	5.68
Otros	5	5.68
Total	88	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 1. *Principal actividad económica familiar.*



Fuente: El Autor

3.6.2. LAS VIVIENDAS

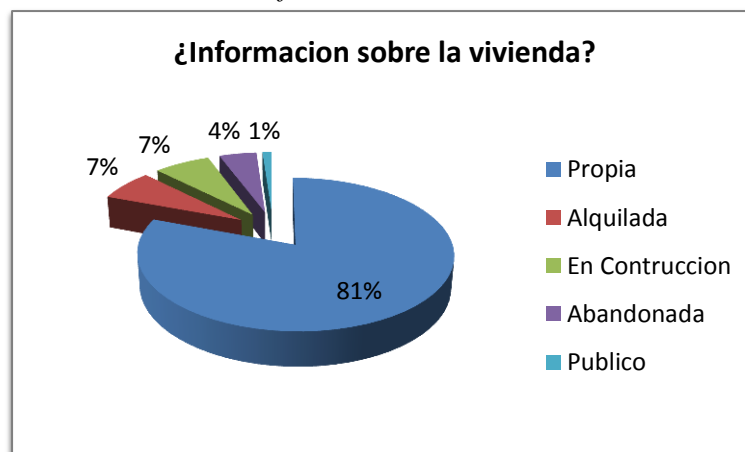
Las familias en el sector Queseras, en su mayoría disponen de vivienda propia con el 80.68%, los índices de las familias que tiene que recurrir a una vivienda alquilada es baja con el 6.82%, las viviendas en procesos constructivos representan el 6.82%, y las viviendas abandonadas ocupan el 4.55% del total de viviendas.

Tabla 12. Información sobre la vivienda

TIPO DE VIVIENDA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Propia	71	80.68
Alquilada	6	6.82
En Construcción	6	6.82
Abandonada	4	4.55
Publico	1	1.14
Total	88	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 2. Información sobre la vivienda.



Fuente: El Autor

3.6.3. POBLACIÓN ACTUAL

Para determinar el número de habitantes del sector, mismo que es el parámetro más importante a determinar para la elaboración del proyecto, se ha determinado rangos de edades en base al código de la niñez y adolescencia, que reconoce como niño, niña y adolescente a la persona que no ha cumplido los 18 años de edad, por lo cual los rangos establecidos para la encuesta son los siguientes:

Niños, niñas y adolescentes: 0 a 18 años

Adultos: 18 años en adelante.

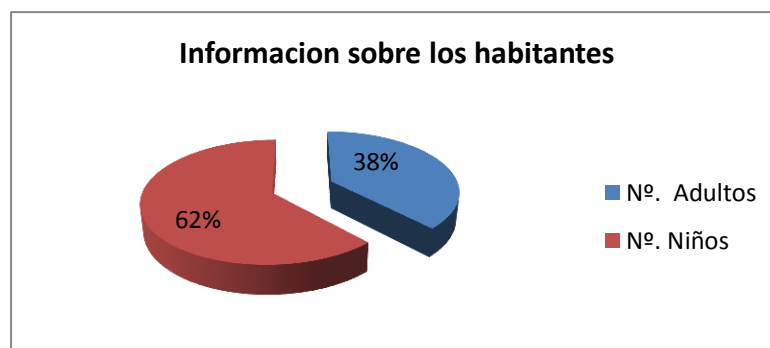
Entonces la población obtenida en la encuesta es de 311 habitantes de los cuales el 37.94% corresponde a la población adulta y el 62.06% corresponde a niños, niñas y adolescentes, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13. *Información sobre los habitantes*

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nº. Adultos	118	37.94
Nº. Niños, niñas y adolescentes	193	62.06
Total	311	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 3. *Información sobre los habitantes.*



Fuente: El Autor

3.6.4. EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Los habitantes del sector Queseras no disponen de agua potable, sino simplemente cuentan con un sistema de agua entubada clorificada, a la cual el 96.43% de la población se encuentra conectada como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 14. *Abastecimiento de agua.*

DETALLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Red Publica	0	0.00
Red domiciliaria	85	96.59
Rio, Acequia, Estero	0	0.00
Pozo Protegido	2	2.27
Pozo no protegido	0	0.00
Vertiente	1	1.14
Total	88	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 4. *Abastecimiento de agua.*



Fuente: El Autor

3.6.5. LA ELIMINACIÓN DE EXCRETAS

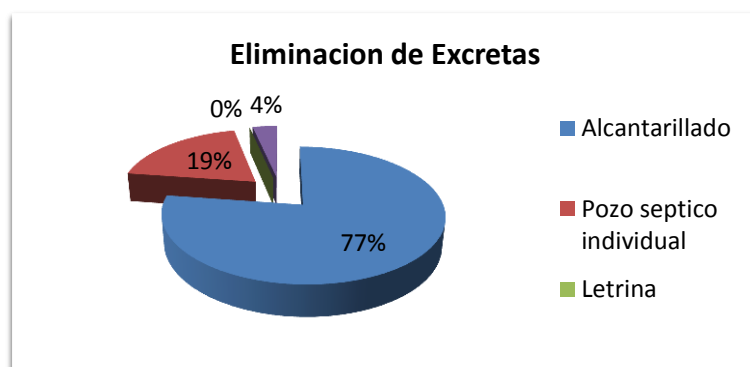
Para la evacuación de excretas, los habitantes del sector Queseras cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que presta el servicio por más de 20 años, al mismo se encuentra conectado el 77.27% de las viviendas, el 19.32% cuentan con un pozo séptico individual y el 3.41% no dispone de ningún medio de evacuación de excretas.

Tabla 15. *Eliminación de Excretas.*

DETALLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Alcantarillado	68	77.27
Pozo séptico individual	17	19.32
Letrina	0	0.00
Ninguno	3	3.41
Total	88	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 5. *Eliminación de excretas*



Fuente: El Autor

3.6.6. TARIFAS SOBRE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ENTUBADA

Dentro de las tarifas a pagar por el servicio de agua entubada, el 87.50% de los habitantes que equivale a la mayoría de los pobladores cancelan un valor entre 1.75\$ a 3.00\$, el 9.09% de los habitantes pagan entre 4.00\$ a 6.00\$, y el 3.41% pagan entre 7.00\$ a 10.00\$, este último es la cantidad máxima que llega a pagar un habitante.

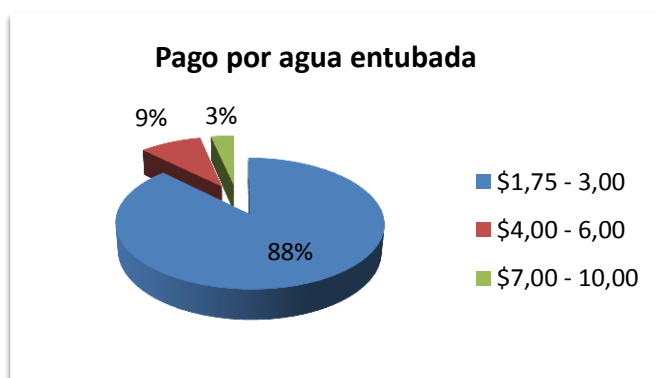
El servicio del sistema de alcantarillado no tiene ninguna tarifa establecida al momento.

Tabla 16. *Pago por agua entubada*

RANGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
\$1,75 - 3,00	77	87.50
\$4,00 - 6,00	8	9.09
\$7,00 - 10,00	3	3.41
Alcantarillado	0	0.00
Total	88	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 6. *Pago por agua entubada.*



Fuente: El Autor

3.6.7. CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA

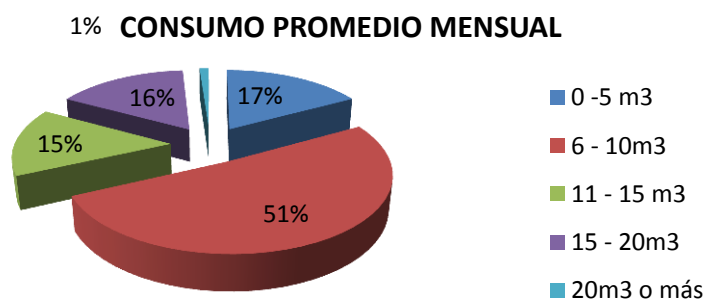
Los resultados de nuestra investigación determinaron las cantidades de agua que consumen los habitantes del sector Queseras, tomado en cuenta que cada vivienda tiene un límite máximo permisible de consumo que es de 15m³ por mes, del cual apenas el 1.20% de la población sobre pasa el límite. Las demás cantidades que consumen cada porcentaje de la población se encuentran detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 17. *Consumo promedio mensual del agua.*

DETALLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
0 -5 m ³	15	18.07
6 - 10m ³	45	54.22
11 - 15 m ³	13	15.66
15 - 20m ³	14	16.87
20m ³ o más	1	1.20
Total	88	106.02

Fuente: El Autor

Grafico 7. Consumo promedio mensual.



Fuente: El Autor

3.6.8. PERCEPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO ACTUAL

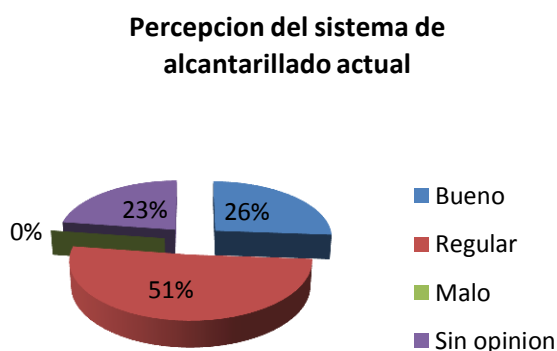
Los habitantes del sector emitieron su punto de vista respecto a la eficiencia en servicio del sistema de alcantarillado con el que actualmente cuentan, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 18. *Percepción del sistema de alcantarillado.*

DETALLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	23	26.14
Regular	45	51.14
Malo	0	0.00
Sin opinión	20	22.73
Total	88	100.00

Fuente: El Autor

Grafico 8. *Percepción del sistema de alcantarillado*



Fuente: El Autor

CAPITULO IV

4. MATERIALES, MÉTODOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

4.1. PERIODOS DE DISEÑO

Los componentes de las obras de saneamiento en especial de los sistemas de alcantarillado deben de ser planteados para los periodos óptimos de diseño, los mismos que son el tiempo para el cual se estima que el sistema de alcantarillado funciona satisfactoria y eficientemente.

El periodo de diseño está en función de los materiales que se utilicen, pero también dependen de la recuperación de la inversión realizada. El INEN 005 (1997) en lo que respecta al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, recomienda un periodo de diseño de 20 años. (pág. 18)

4.2. ÍNDICES DE CRECIMIENTO

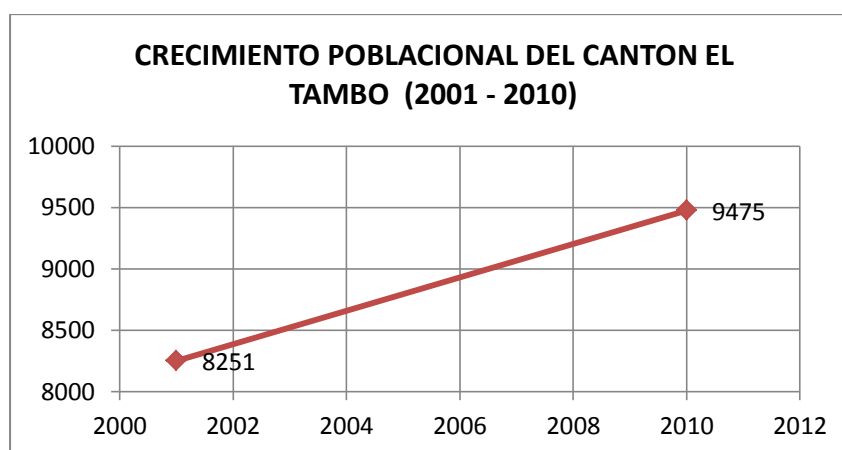
La población del cantón el Tambo según el último censo del (INEC, 2010), ha crecido a un ritmo del 1.5% promedio anual, como se puede ver en el siguiente gráfico.

Tabla 19. *Índice de crecimiento de la población.*

AÑO	POBLACIÓN
2001	8251
2010	9475

Fuente: (GADMICET, 2015)

Grafico 9. *Crecimiento poblacional del cantón El Tambo.*



Fuente: (GADMICET, 2015)

En la siguiente tabla se presenta los porcentajes de la población urbana y rural de la totalidad del cantón.

Tabla 20. *Población del Cantón El Tambo.*

POBLACIÓN DEL CANTÓN EL TAMBO POR ÁREAS (censo 2010)		
TOTAL	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL
9475	4674	4801
%	49.33	50.67

Fuente: (GADMICET, 2015)

El sector Queseras conforma la parte rural del cantón y cuenta con una población menor a los 1000 habitantes, por lo cual el índice de crecimiento general y recomendado sería igual a uno, pero como la configuración del sector es amanzanada se adoptara un valor para el índice de crecimiento igual al del área urbana que es de 1.5% promedio anual.

4.3. POBLACIÓN FUTURA DE DISEÑO

Hace referencia al número de habitantes para los cuales a de diseñarse el sistema de alcantarillado, con el propósito de que este funcione eficientemente durante su periodo

de diseño. Para su estimación se debe considerar y analizar las características propias de lugar que permitirán una mejor estimación futura.

Las proyecciones de estimación futura se realizan a partir de la población actual, misma que puede ser obtenida de los datos del INEC, o mediante el recuento poblacional o censos. Los métodos utilizados para el cálculo de la población de diseño se exponen a continuación:

4.4. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Los métodos a utilizarse en el cálculo de la población futura serán aquellos que se ajusten para poblaciones pequeñas; dentro de los cuales tenemos los siguientes:

4.4.1. MÉTODO ARITMÉTICO O CRECIMIENTO LINEAL

El MAVDT (2003) Alude que es un método común utilizado en la proyección de la población hacia un futuro, y su principal característica es que aumenta su crecimiento a una tasa constante, o dicho de otra forma que a la población del último censo se le adiciona un número fijo de habitantes para cada periodo de tiempo, cosa que no es común que una población presente este tipo de crecimiento.

“Recomienda este método para poblaciones pequeñas, con un bajo nivel de desarrollo, o con tasas de crecimiento casi nulas”. (p. 21)

Esta expresada con la siguiente formula:

$$P_f = P_a (1 + r * n) \quad (1)$$

Dónde:

P_f = población futura

P_a = población actual

r = índice o rata de crecimiento

n = número de años (periodo de diseño)

4.4.2. MÉTODO GEOMÉTRICO O EXPONENCIAL

Al igual que el método anterior este método estima la población futura a partir de la población actual, y el MAVDT (2003) determina que su crecimiento es proporcional al

tamaño de esta. Es un método que puede ser útil en comunidades o poblaciones con una actividad económica apreciable y que su expansión no sea dificultada por las características propias del lugar, permitiendo la dotación de los servicios básicos hacia las áreas expansibles.

Se expresa de la siguiente manera:

$$P_f = P_a(1 + r)^n \quad (2)$$

Dónde:

P_f = población futura

P_a = población actual

r = índice o rata de crecimiento

n = número de años (periodo de diseño)

4.5. ÁREAS DE APORTACIÓN

Son superficies que por su topografía o su configuración, van a proporcionar un aporte de caudal durante el periodo de vida útil de un sistema de alcantarillado, por lo tanto estos aportes deben ser considerados al momento del diseño.

Para determinar el aporte a cada colector, se determinan áreas tributarias las mismas que se realizan con la ayuda de la topografía y el trazado preliminar de la red, trazando bisectrices o diagonales en cada una de las manzanas, o en caso de no contar con una configuración amanzanada se analiza en la topografía las posibles áreas aportantes.

4.6. DOTACIONES

Se refiere a la cantidad de agua promedio que consume un habitante por día, para satisfacer sus necesidades, y viene expresada en unidades de volumen.

La INEN (1992) recomienda tomar las siguientes dotaciones presentadas en la tabla a continuación, siempre y cuando no existan datos que proporcionen el volumen exacto del consumo diario en un determinado sector.

Tabla 21. *Dotaciones de agua recomendadas*

POBLACIÓN (HABITANTES)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
hasta 5000	Frío	120-150
	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: (INEN, 1992, pág. 42)

A más de tabla indicada anteriormente la (INEN 005, 1997), en su parte “Diseño de abastecimientos de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural” exterioriza otra tabla que deberá ser utilizada cuando se pretenda determinar la dotación en función de los niveles de servicio prestado.

Tabla 22. *Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.*

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

Fuente: (INEN 005, 1997, pág. 19)

4.7. CAUDALES DE DISEÑO

La INEN (1992) estipula que la red de colectores se diseñaran tramo por tramo considerando el caudal de diseño acumulado para cada uno de ellos; el mismo que resultara de la suma de los caudales máximos de aguas servidas, afectados por sus respectivos coeficientes de retorno y mayor ración, más un aporte de aguas lluvias y un caudal de aguas de infiltración hacia los colectores.

Expresado por la siguiente expresión:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{max. aguas servidas}} + Q_{\text{pluvial}} + Q_{\text{infiltracion}} \quad (3)$$

Las poblaciones y dotaciones utilizadas en los cálculos corresponden al final del periodo de diseño.

4.7.1. CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO DE AGUAS SERVIDAS

Es el caudal que se puede observar en cualquier año que pertenezca al periodo de diseño, CONAGUA (2009) señala que está en función de muchos factores como: condiciones de consumo, tamaño y estructura de la red de recolección. Es el resultado de multiplicar el caudal medio diario por un coeficiente de mayor ración M.

Entonces:

$$Q_{\text{max}} = M * Q_{\text{med.As}} \quad (4)$$

Dónde:

Q_{max} = Caudal máximo instantáneo de aguas servidas (l/s)

M = coeficiente de mayor ración

$Q_{\text{med.As}}$ = Caudal medio de aguas servidas

4.7.2. CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS (QMED.AS)

El caudal medio diario de aguas servidas es la suma del caudal de aguas domésticas y el caudal de aguas residuales industriales, en un día de aportación promedio del año. La cantidad de esta aportación es aproximadamente igual a la dotación de agua potable, pero los autores como Jaume (2013) “recomiendan aplicar este principio solo para pequeños núcleos urbanos, mientras que para poblaciones mayores se adoptara los caudales de agua potable suministrados; disminuidos en un 20 – 25 %, considerando que este porcentaje se consume antes de llegar a las atarjeas”. (p. 69)

Este caudal se obtiene con la siguiente expresión, que considera el 80% de la dotación.

$$Q_{\text{med.As}} = \frac{0.8 * D * Pf}{86400} \quad (5)$$

Dónde:

Q_{As} =Caudal de aguas servidas en lts/s

D= Dotación en lts/hab/día

Pf= Población futura o población calculada al final del periodo de diseño

4.7.3. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD O MAYO RACIÓN (M)

Se le denomina a la relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario, en un mismo periodo de diseño, y puede ser obtenida con la siguiente expresión Recomendada por la EX – IEOS:

$$M = \frac{2.228}{Q_{med}.As^{0.073325}} \quad (6)$$

Dónde:

M = coeficiente de simultaneidad o mayo ración

QAs = Caudal medio diario de aguas servidas al final del periodo de diseño

Condición: Cuando $QAs < 4$ lts/s, entonces $M = 4$

Rango de límite: $1.5 \geq M \leq 4$

4.7.4. CAUDAL DE INFILTRACIÓN

Son caudales que siempre se los encuentra presentes en los sistemas de alcantarillados y su presencia depende de factores como: el tipo de suelo, la altura del nivel freático, y el cuidado que se tenga en la ejecución de la obra, pues dichas aguas pueden penetrar por:

- Por las uniones entre tuberías.
- Por las paredes de las tuberías, en el caso de tubos de concreto.
- Por las estructuras complementarias como: pozos de inspección, pozos domiciliarios, y terminales de limpieza, entre otros.

Por lo mencionado; las bases de diseño de la EMAAP (2009) recomiendan utilizar un caudal dado por la siguiente expresión:

(7)

$$Q_{infiltracion} = 0.1 * A$$

Dónde:

Q = Caudal de infiltración (lts/s)

A = Área (Has)

La EX – IEOS recomienda que para áreas menores a 40.5 Has, el caudal de infiltración tome el siguiente valor:

$$Q_{infiltracion} = 14 \frac{m^3}{hab} / dia \quad (8)$$

Debido a que la extensión de la superficie del presente proyecto es pequeña y con el objetivo de presentar un mejor diseño, se adoptara este último valor.

4.8. CAUDAL PLUVIAL

Se refiere al caudal de escorrentía superficial proveniente de la precipitación como ya se explicó en el capítulo 2 sección 2.1. La determinación de este caudal, se podrá realizar utilizando tres métodos básicos: “el método racional, el método del hidrograma unitario sintético, y el análisis estadístico, basado en datos observados del escurrimiento superficial”. (INEN, 1992, p. 187)

La norma INEN (1992) presenta ciertos criterios para la utilización de cada uno de los métodos mencionados y recomienda que:

- El método racional se utilizara para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias inferiores a las 100has
- En cuencas con extensiones superiores a las 100has se utilizara el método del hidrógrafa unitario sintético.
- Para estimar las descargas de cursos importantes de agua, cuya área de contribución sea mayor a los 25 Km² que fluya a través de áreas urbanas, se recomienda el análisis de los datos de escurrimiento superficial observados.

▪

4.8.1. MÉTODO RACIONAL PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL PLUVIAL

El presente proyecto contempla un área menor a los 5km², por lo tanto se utilizara el método racional mediante formula:

$$Q = 0.00278 * C * I * A \quad (9)$$

Donde

Q= caudal de escurrimiento en m³/s;

C=coeficiente de escurrimiento (adimensional);

I=intensidad de lluvia para un duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca de estudio, en mm/h;

A= área de la cuenca en hectáreas.

4.8.2. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Para determinar el coeficiente de escurrimiento se deberá considerar los efectos de la infiltración, almacenamiento por retención superficial, evaporación etc.

La INEN (1992) recomienda que para frecuencias entre 2 y 10 años se recomienda los siguientes valores en la tabla siguiente: (p. 195)

Tabla 23. *Coeficientes de escurrimiento*

TIPO DE ZONA	VALORES DE C
Zonas centrales densamente construida, con vías y calzadas pavimentadas	0.70 - 0.90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55 - 0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35 - 0.55
Parques, campos de deporte	0.10 - 0.20

Fuente: (INEN, 1992, p. 195)

4.8.3. INTENSIDAD DE LA LLUVIA

Para el cálculo de la intensidad de precipitación se utiliza las ecuaciones definidas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI, 1999), las cuales calculan las intensidades para diferentes periodos de retorno. Ha realizado también una zonificación en todo el país (Ver esquema 22), determinándose que el proyecto se encuentra dentro de la zona número 11; región Cañar, la cual considera la siguiente ecuación de Intensidad expresada en el siguiente cuadro:

Tabla 24. Ecuaciones de intensidad de la lluvia para la zona del proyecto.

ZONA	DURACIÓN (MIN)	ECUACIÓN
11	5 - 60	$I_{TR} = 137,27 t^{-0,5153} Id_{TR}$
	60-1440	$I_{TR} = 578,56 t^{-0,8736} Id_{TR}$

Fuente: (INAMHI, 1999)

Dónde:

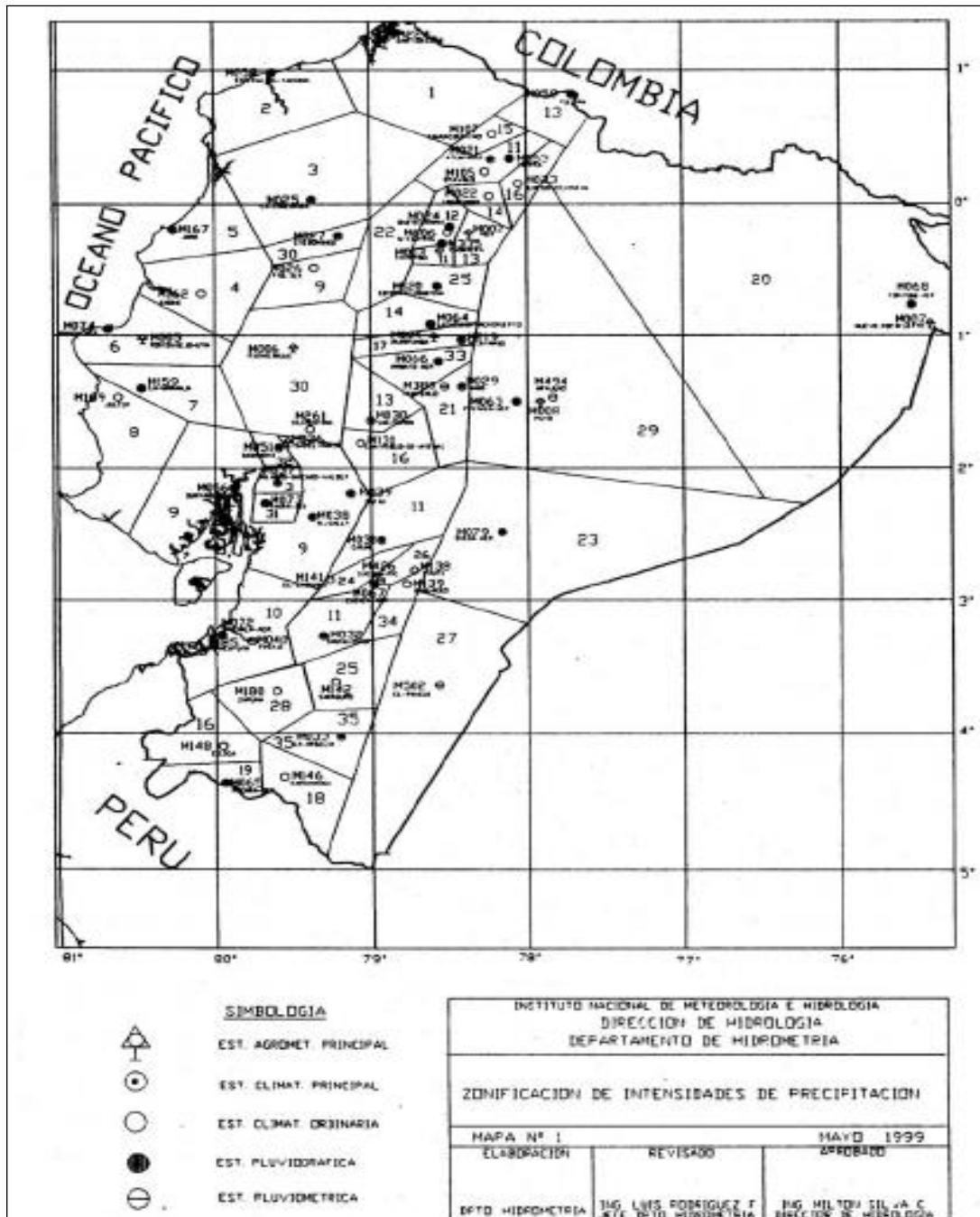
I : Intensidad de la precipitación (mm/h)

T_{TR} : Tiempo de Retorno considerado (años)

t: Duración de la precipitación, igual al tiempo de concentración (min)

Id : Intensidad diaria (mm/h)

Esquema 22: Mapa de zonificación de intensidades de precipitación



Fuente: (INAMHI, 1999)

4.9. HIDRÁULICA DE LOS COLECTORES

Los colectores funcionan con flujo a gravedad y tubería parcialmente llena (75%), excepto cuando se trata de bombeo y sifones invertidos, en esos casos se considera flujo a presión. En el diseño se considera un flujo uniforme y permanente, calados y

velocidades constantes en todo instante y sección, para el cálculo se utilizan monogramas y programas computacionales (hojas electrónicas) las mismas que están basadas en la fórmula empírica de Manning que es la más práctica para el diseño de canales abiertos y actualmente se utiliza para conductos cerrados, se expresa de la siguiente manera:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

El radio hidráulico se define $R = \frac{Am}{Pm}$

Dónde:

Am = Área de la sección mojada (m²)

Pm = Perímetro de la sección mojada (m)

4.9.1. PARA FLUJO A SECCIÓN LLENA

El radio hidráulico es: $R = \frac{D}{4}$

Dónde:

D = Diámetro (m)

Reemplazando el valor del radio hidráulico en la ecuación de Mannig obtenemos la velocidad del flujo a sección llena:

$$V = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

Para el cálculo del caudal, utilizamos la ecuación de la continuidad que se expresa de la siguiente forma:

$$Q = A * V \quad (12)$$

Dónde:

Q = Caudal a sección llena (m³/s)

A = Área de la sección (m²)

V = Velocidad (m/s)

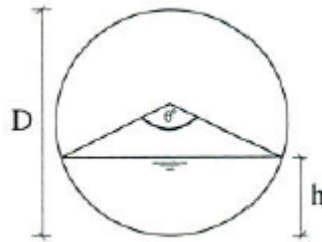
Área de la sección circular: $A = \frac{\pi D^2}{4}$

Sustituyendo el valor de la velocidad obtenida con Mannig y el Área de la sección se tiene:

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

4.9.2. PARA FLUJOS A SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA

Los elementos hidráulicos se calcularán utilizando las siguientes expresiones que están en función del ángulo central y del diámetro del ducto



El ángulo central Θ' en grados sexagesimales es:

$$\Theta' = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) \quad (14)$$

El radio hidráulico (R):

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \Theta'}{2\pi \Theta'}\right) \quad (15)$$

Sustituyendo el valor de R, la fórmula de Mannig para tuberías con sección parcialmente llenas es:

$$V = \frac{0.397D^{2/3}}{n} \left(1 - \frac{360\text{sen}\theta'}{2\pi\theta'}\right)^{2/3} S^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

Para el cálculo del caudal teneos:

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15n(2\pi\theta')^{2/3}} (2\pi\theta' - 360\text{sen}\theta')^{5/3} S^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

4.10. RED DE TUBERÍAS

4.10.1. UBICACIÓN DE LA RED

Los colectores en general tendrán una alineación recta, pendiente uniforme y flujo a gravedad, se localizaran en el lado opuesto de la calzada de aquel en el que se encuentre las tuberías de agua potable dando predilección para su instalación la posición sur oeste. Dicha red se diseña de tal forma que los colectores pasen por debajo de las tuberías de agua potable, permitiendo que exista una altura libre de 30cm cuando estas sean paralelas y 20cm cuando estas se crucen (INEN, 1992).

4.10.2. PROFUNDIDAD Y MATERIALES

La profundidad a las cuales estarán colocadas las tuberías deberá garantizar seguridad cuando se aplican cargas exteriores y que permita descargar libremente las conexiones domiciliarias incluso de las viviendas que se encuentran a niveles bajos. El relleno mínimo recomendado por la INEN (1992) es de 1.20m sobre la clave del ducto; cuando se cuente con profundidades menores o sea imposible de lograr esta profundidad se utilizara un encamisado de hormigón en todo el tramo protegiendo la tubería.

Las tuberías más frecuentes para sistemas de alcantarillado en nuestro medio las podemos encontrar en los siguientes materiales: Hormigón simple (HS), Poli cloruro de vinilo (PVC), y Hierro fundido (HF). El proyectista justificara el criterio adoptado en la selección del material de los colectores, la misma que se verá evaluada por una mayor economía a lo largo del periodo de diseño de la instalación, y no necesariamente por un menor costo inicial.

4.10.3. DIÁMETROS

El diámetro mínimo recomendado por la INEN 005 (1997) “en el código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural”, es de 200mm, pero en este trabajo se está proponiendo un alcantarillado combinado, por lo tanto se utilizara un diámetro mínimo de 250mm.

4.10.4. VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

La INEN (1992) aduce que la velocidad máxima permisible en tuberías o colectores dependerán del material de fabricación, en función de la sensibilidad a la abrasión y deberán cumplir con las especificaciones técnicas del fabricante.

En la siguiente tabla podemos apreciar las velocidades máximas recomendados por la norma en función del material:

Tabla 25. *Velocidades Máximas*

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)
Hormigón simple con uniones de mortero	4
Hormigón simple con uniones de neopreno para nivel freático alto	3.5 - 4
Asbesto cemento	4.5 - 5
plástico	4.5

Fuente (INEN, 1992)

La velocidad mínima del líquido en los colectores, sean estos primarios secundarios o terciario, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del

periodo de diseño no deberá ser menor que 0.45m/s y que de preferencia sea mayor a 0.60m/s, con el fin de impedir la acumulación de gas sulfúrico en el líquido y la sedimentación materia orgánica en el fondo del tubo.

En caso de ser necesario, y cuando el diseño lo requiera, se tomara como velocidad máxima permisible, la recomendada por los fabricantes, con aprobación certificada del INEN, los mismos que permite utilizar una velocidad de hasta 9 m/s en tubos plásticos (PVC).

4.11. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

4.11.1. CAUDAL DE DISEÑO

El cálculo del caudal de diseño tanto para los sistemas de alcantarillados, como para las estaciones depuradoras se determinara sumando el caudal promedio de aguas servidas domésticas, más el caudal de efluentes industriales admitidos al sistema de alcantarillado, más el caudal medio de aguas de infiltración, y se le adiciona un caudal de agua ilícitas. El caudal de aguas pluviales no se considera para este caso, debido que por su naturaleza es posible desviarlas a través de un derivador de caudal y descargarlas de forma directa al cuerpo receptor (INEN, 1992).

Viene expresado de la siguiente forma:

$$Q_{diseño} = Q_{max} + Q_{ilicitas} + Q_{infiltracion} \quad (18)$$

4.11.2. CALIDAD FÍSICO QUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Los parámetros físicos químicos se obtuvieron considerando los aportes per capitas y se exponen en la siguiente tabla recomendada por la EX – IEOS:

Tabla 26. *Aportes per cápita para aguas residuales domésticas.*

Parámetro	Intervalo	Valor sugerido
1).- DBO5 días, 20°, g/hab-día	36-78	50
2).- Sólidos en suspensión, g/hab-día	60-115	90
3).- NH3 como N g/hab-día.	7.4-11	8.4
4).- N Kjeldahl Total como N g/hab-día	9.3-13.7	12
5).- Coliformes Totales, N°/hab-día	2E8-2E11	2E11
6).- Salmonella Sp N°/hab-día	-	1E8
7).- Nematodos intestinales N°/hab-día	-	4E11

Fuente: (INEN, 1992, p. 221)

El parámetro más importante a considerar es el DBO5, puesto que el agua que se requiere tratar es de uso netamente doméstico y no se evidencia la presencia de ningún tipo de actividad industrial.

4.11.3. ANÁLISIS DEL CUERPO RECEPTOR

Los parámetros mínimos que se deben analizar en el cuerpo receptor son recomendados por la INEN (1992) y son los siguientes:

- Oxígeno disuelto
- DBO (5 días, 20 grados centígrados)
- Coliformes fecales y totales
- Formas del nitrógeno (NH₄, N, orgánico y nitratos)

4.11.4. SELECCIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para la selección del sistema de tratamiento, se analizarán factores correspondientes a la realidad vigente del sector tales como:

- Aspectos socioeconómicos
- Costos de construcción y mantenimiento
- Análisis de la calidad actual del agua residual y del cuerpo receptor

Estos últimos, los análisis de la calidad del agua residual fueron ejecutados por el laboratorio ITHALAB de la ciudad de azogues, el mismo que realiza los procesos bajo los estándares de la norma ISO 1702. Los resultados obtenidos se compararon contra los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce del libro IX del texto unificado de legislación del ministerio del ambiente del Ecuador.

Autores como Sanchez (2007), y la norma INEN (1992) citan a los parámetros más relevantes que se lograron analizar de la siguiente manera.

Coliformes totales y fecales: Corresponden a bacterias con forma alargada que son capaces de fermentar lactosa con producción de gas a una temperatura de 35°C o 37°C, a las cuales se denominan coliformes totales, y aquellas que alcanzas las mismas propiedades a una temperatura de 44°C o 44.5°C, se les llaman coliformes fecales.

Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO): Se trata de una medida de la cantidad de oxígeno consumido en la degradación de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios (principalmente por bacterias y protozoarios). Cuando los niveles del DBO son altos los niveles de oxígeno disuelto serán bajos, disminuyendo la posibilidad de sobrevivencia de peces y otros organismos acuáticos. Relacionado con el DBO tenemos el DBO5 que es la prueba de laboratorio en el cual una muestra de agua se alimenta con bacterias y nutrientes y se hace una incubación a una temperatura de 20°C durante 5 días en la oscuridad.

Demanda Química de oxígeno: Cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica presente en el agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o di cromato en un prueba de dos horas de duración.

Potencial de hidrogeno (PH): El pH es una medida de la acidez o naturaleza básica (alcalina) de una solución. Se trata también de una medida del balance de iones de hidrogeno (H') y los iones hidroxilo negativos (OH) en el agua, los valores de pH van de 0 a 14 teniendo como valor neutral el 7. El agua que contiene más iones de hidrogeno en acida con valores menores a 7, mientras que el agua que contiene más valores de hidroxilo es básica y sus valores son mayores a 7. La escala de pH es logarítmica de base 10 lo que significa que cada valor sucesivo de pH es 10 veces mayor que el

anterior, y con un valor de pH de entre 6 y 9 se puede garantizar la vida de los peces de agua dulce y de los invertebrados que habitan en el fondo.

Oxígeno disuelto: Es la concentración de oxígeno disuelto medida en un líquido, por debajo de la saturación y su medida viene expresada en partes por millón (ppm) o su equivalente en miligramos por litro mg/l.

CAPITULO V

5. TRABAJOS PRELIMINARES Y PROPUESTA DE DISEÑO

5.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El levantamiento topográfico fue realizado con el equipo proporcionado por el GAD municipal del cantón el Tambo y consiste en una estación total SOKKIA 630Rk.

Fotografía 1: *Estudio Topográfico.*



Fuente: El Autor

Para el estudio topográfico se realizó un polígono abierto geo referenciado, que permitió la recopilación de la información necesaria y detallada para la realización del mencionado proyecto. Los trabajos realizados en esta etapa son los siguientes:

- Levantamiento de la red de tuberías y los componentes del sistema de alcantarillado existente, tales como pozos de revisión, pozos domiciliarios y sumideros.
- Levantamiento del eje vial con abscisa de 20m de distancia.
- Levantamiento de aceras, orillas de camino y puntos externos, formando franjas perpendiculares al eje vial.
- Levantamiento de las viviendas y equipamientos en el sector
- Levantamiento de los postes de alumbrado público.
- Levantamiento del predio donde se realizara la planta de tratamiento, misma que se encuentra a orillas del rio San Antonio.
- Dibujo AutoCAD.

5.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DEL SUELO

Los estudios geotécnicos son necesariamente un requisito sustancial, para el diseño de las cimentaciones de las diferentes unidades que conforman la planta de tratamiento.

Para determinar las características mecánicas y el comportamiento del suelo, en el lugar previsto para la implantación del sistema de tratamiento, es necesario extraer una muestra de suelo alterada para el análisis, por lo tanto se realizó la perforación de una calicata a cielo abierto a una profundidad de 2.50m en un área de 1 m²; puesto que la superficie que se necesita para emplazar la planta es relativamente pequeña.

Una vez obtenida la muestra en el fondo del pozo, esta se trasladó al laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, donde se realizaron los análisis granulométricos y las pruebas hidrofísicas como: la determinación del límite líquido, límite plástico, y los contenidos de humedad; mismos que permiten realizar una clasificación de los suelos, y mediante tablas realizadas utilizando el método de Terzagui, estimar la capacidad portante del suelo. Los resultados obtenidos se presentan en los anexos al final del mencionado trabajo.

En la siguiente tabla se encuentra las coordenadas del punto de la perforación.

Tabla 27. *Coordenada de la calicata*

COORDENADA DE LA CALICATA		
#	E	N
C1	727148.9474	9724844.556

Fuente: El Autor

5.3. EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE

En esta etapa del desarrollo del proyecto se realizó la recopilación y análisis de toda la información relativa al sistema de alcantarillado combinado del sector Queseras, perteneciente a la comunidad de Chuichun del cantón el Tambo, a partir del cual se describe detalladamente a cada uno de los componentes del sistema, identificando las anomalías que presenta cada uno de ellos.

El sistema de alcantarillado presente en el sector Queseras funciona aproximadamente desde hace 20 años, cumpliendo así con su vida útil de diseño. Destacando que este fue diseñado únicamente para la parte céntrica amanzanada del sector, prescindiéndose de un tramo que dirige hacia la descarga, el mismo que en los últimos años ha experimentado un crecimiento poblacional considerable.

Durante el transcurso del tiempo y la incorporación de nuevos usuarios a la red, ha surgido la necesidad de ampliar la cobertura del sistema, por lo cual los moradores de la comunidad han construido nuevos colectores en el tramo que dirige a la descarga los cuales carecen de diseño, provocando que parte del sistema colapse, y cause problemas de salubridad a los habitantes.

Cabe mencionar que la configuración del sector es amanzanado y por lo cual se viene realizando nuevas lotizaciones adherentes al sector, las mismas que conectan sus sistemas de alcantarillados a la red existente.

El objetivo de la evaluación es identificar los puntos críticos del sistema, determinar las anomalías existentes tanto en la red de colectores como en los componentes del sistema, para brindarles la solución más adecuada, eficiente y económica posible.

5.3.1. ESTADO ACTUAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

Para determinar el estado actual de los pozos de revisión, tramos de tuberías y conexiones domiciliarias que conforman el sistema de alcantarillado, se procedió a realizar un catastro de los pozos de revisión existente con las siguientes actividades:

- Reconocimiento general del área de cobertura del sistema.
- Numeración física de los pozos de revisión con el fin de identificar cada pozo en el catastro.
- Elaboración de la ficha técnica para el catastro.
- Levantamiento de la información de los pozos de revisión.
- Análisis de los datos obtenidos in situ, mismos que permiten sacar conclusiones y brinda soluciones.

El catastro permitió recopilar la siguiente información: diámetros de los colectores de entrada y salida, dimensiones de los pozos, alturas desde la clave el ducto hasta el punto de referencia, cotas de la tapas, cotas del fondo del pozo, entre otros, como se puede ver en el anexo respectivo al final del estudio.

Una vez terminado el catastro y analizado la información recopilada se obtuvo los siguientes resultados:

Pozos de revisión:

Con el catastro realizado se ha logrado definir con precisión la ubicación de los pozos de inspección, sus características físicas, dirección de los flujos, captura de fotografías y esquemas de ubicación geo referenciados, obteniendo un total de 13 pozos, y 89 conexiones domiciliarias, con cajas de hormigón de 60x60.

Fotografía 2: Pozos de revisión del sistema de alcantarillado actual.



Fuente: El Autor

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos en el catastro de los pozos de revisión.

Tabla 28. *Resumen de catastro de Pozos*

Parámetro	Descripción		cantidad	unidad
Total de pozos			13	u
Material	Pozos de H.A		12	u
	Pozos de ladrillo		1	u
Forma	Pozos de forma circular		8	u
	Pozos de forma cuadrada		5	u
Estado	Pozo	B	11	u
		R	2	u
		M	0	u
	Tapa	B	12	u
		R	1	u
		M	0	u
Altura (m)	<1		0	u
	1<h<2		9	u
	2<h<3		3	u
	3<h<4		1	u
Accesibilidad	Con Acceso		5	u
	Sin Acceso		8	u
Configuración del fondo	Pozo cuadrado		5	u
	Pozo rectangular		2	u
	Pozo circular		6	u

Fuente: El Autor

Del análisis de la información recopilada se ha logrado determinar que la mayoría de los pozos se encuentran en buen estado (paredes y tapas) debido a que han sido restaurados o se le ha brindado el mantenimiento adecuado. Con la observación de que el material de la totalidad las tapas son de hormigón armado y que todos los pozos catastrados contienen material sedimentado en el fondo.

Colectores del sistema de alcantarillado:

Las redes de recolección son de hormigón simple, las mismas que presentan deterioros, a excepción de los colectores de la ciudadela S/N (nueva lotización) que presenta un diseño resistente con tubería PVC, y ciertos tramos del sistema actual que han sido necesario de remplazar con tubería PVC debido al colapso total.

A continuación se presenta el resumen de las redes actuales:

Tabla 29. *Resumen de las redes del alcantarillado sanitario.*

COLECTOR	L. TUBERÍA (m)	Material	Diámetro mm
combinado	2183	HS	200 - 300

Fuente: El Autor

Conclusión respecto al estado del sistema de alcantarillado existente

De la evaluación realizada se obtiene lo siguiente:

- Las inspecciones de campo realizadas al sistema de alcantarillado, para llevar a cabo la evaluación, determinaron que en ciertos tramos del sistema no es posible identificar los pozos de cabecera y los pozos de revisión, debido a que estos se encuentran a grandes profundidades, cubierta de lastre o porque ciertos tramos del sistema carezcan del mismo.
- Los pozos catastrados se encuentran en buen estado físico, tanto las paredes como las tapas, con la particularidad de que presentan sedimentos en el fondo, por lo cual requeriría una limpieza general, en caso de proporcionar una solución parcial.
- La evaluación permite concluir que los colectores son de hormigón simple con diámetros entre los 200mm y 300mm, los mismos presentan desgaste y taponamiento en ciertos tramos.
- En vista de que no se ha logrado catastrar todos los pozos de inspección, imposibilita realizar una modelación hidráulica, para determinar su funcionamiento y su capacidad actual.

Soluciones y recomendaciones

- Dentro de las soluciones a brindar, está la de diseñar un nuevo sistema de alcantarillado tomando como base para el trazado preliminar, el sistema actual.
- Para complementar y proporcionar una solución ambiental integral se propondrá el diseño de la planta de tratamiento para el sistema de alcantarillado.

5.4. PROPUESTA DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO

Para proponer el diseño del nuevo sistema de alcantarillado combinado se parte del levantamiento topográfico y de la determinación de la población actual por medio de encuestas, para posteriormente estimar la población futura como se indica a continuación:

5.4.1. POBLACIÓN ACTUAL

La población actual obtenida mediante el censo realizado es de 311 Habitantes, contenidas en un total de 88 viviendas.

Nº Usuarios actuales = 88 usuarios (viviendas)

A la población actual, se le adicionara el número de habitantes que puede albergar la ciudadela S/N construida recientemente, entonces.

Nº Usuarios Adherentes = 27, (se refiere al número de lotes que contiene la ciudadela S/N)

La densidad poblacional por vivienda se puede obtener a partir del número total de habitantes, y el número de viviendas.

$$\text{Densidad poblacional(vivienda)} = \frac{\# \text{ de habitantes}}{\# \text{ de viviendas}} \quad (19)$$

Tabla 30. *Densidad Poblacional por número de viviendas*

DENSIDAD POBLACIONAL EN VIVIENDAS		
Total de habitantes	311	Habitantes
Nº usuarios	88	usuarios
densidad	4	habitantes/vivienda

Fuente: El Autor

Poblacion Actual

(20)

$$= \text{Poblacion}(\text{censo}) + (\text{den. Pobl. en viviendas} \\ * \# \text{lotes adherentes})$$

Población actual= 311 habitantes+(4habitantes/vivienda)*(27 lotes “viviendas”) = 419 habitantes.

5.4.2. POBLACIÓN DE DISEÑO

La población de diseño se ha calculado utilizando los métodos expuestos anteriormente en el capítulo 4 sección 4.4, y obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

Hay que tener en cuenta que en ningún caso la población futura debe ser mayor que 1.35 veces la población actual.

La población de diseño se obtiene a partir de los siguientes datos:

- Población actual = 419 habitantes
- Índice de crecimiento = 1.5%
- Periodo de diseño = 20 años

Tabla 31. *Proyección de la población.*

Proyección de la población			
Año	Tasa de crecimiento	Poblaciones (hab)	
		Geométrico	Exponencial
2018	1.5%	425	425
2019	1.5%	432	432
2020	1.5%	438	438
2021	1.5%	444	445
2022	1.5%	450	451
2023	1.5%	457	458
2024	1.5%	463	465
2025	1.5%	469	472
2026	1.5%	476	479
2027	1.5%	482	486
2028	1.5%	488	494
2029	1.5%	494	501
2030	1.5%	501	508
2031	1.5%	507	516
2032	1.5%	513	524
2033	1.5%	520	532
2034	1.5%	526	540
2035	1.5%	532	548
2036	1.5%	538	556
2037	1.5%	545	564
2038	1.5%	551	573

Fuente: El Autor

El número de habitantes adoptado para el diseño es de 573 habitantes, puesto que es el mayor valor obtenido de la estimación futura por los métodos indicados.

5.4.3. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

La dotación de agua potable se obtiene a partir del límite máximo permisible, al cual tiene derecho cada usuario que es de 10 m³ cada mes.

La dotación obtenida es la siguiente:

Tabla 32. *Dotación de agua potable.*

DOTACIÓN DE AGUA POTABLE		
Consumo promedio mensual	10	m ³ /vivienda
Densidad poblacional por vivienda	4	habitantes/ vivienda
Consumo promedio mensual habitante	2.5	m ³ /habitante*mes
Dotación	83	lts/habitante*día

Fuente: El Autor

La dotación obtenida es de 83 litros/habitante*día, pero como se trata de un alcantarillado combinado y en vista de que el lugar del proyecto presenta un clima frío y una población menor a los 5000 habitantes se utilizara el valor recomendado por la norma INEN (1992), en su parte de “Normas para el diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”, que es de 120 litros/habitante*día.

5.4.4. ÁREAS DE APORTACIÓN

Las áreas de aportación se obtienen a partir de la topografía y del trazado de los colectores, dando como resultado las áreas utilizadas en el diseño hidráulico del sistema.

5.4.5. PARÁMETROS DE DISEÑO

Tabla 33. *Parámetros de diseño*

ITEM	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
1	Población de diseño	573	Habitantes
2	Periodo de diseño	20	Años
3	Dotación	120	Lt/Hab/dia
4	Porcentaje de contribución de agua	80	%
5	Coficiente de escorrentía	0.55	-
6	Coficiente de rugosidad "n" PVC	0.011	PVC
7	Tiempo de concentración mínima	5	minutos

Fuente: El Autor

5.4.6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los cálculos hidráulicos se realizaron en una hoja electrónica y se adjuntaron en los anexos al final del proyecto.

5.4.7. POZOS DE REVISIÓN RESULTANTES

Los pozos de revisión en la ejecución de la obra serán construidos de hormigón simple cumpliendo siempre que, el diámetro en la parte superior (boca) será de 0.60m y en la parte inferior (base) será de 0.90m de acuerdo a lo que establece la norma, puesto que los diámetros de los colectores obtenidos en el diseño están por debajo de los 500mm, el cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo a la superficie (boca) se realizara utilizando un cono excéntrico.

El número de pozos a construirse, y sus profundidades se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 34. *Resumen de los pozos*

N° POZOS	PROFUNDIDADES
10	0 - 2m
29	2 - 4m
13	4 - 6m

Fuente: el Autor

5.4.8. POZOS DE SALTOS

La presencia de fuertes pendientes en el proyecto y la necesidad de disminuir la velocidad del caudal conducido, precisaron la construcción de 25 pozos saltos que van desde los 0.9m hasta los 4.5m, indicados en los cálculos y planos de este proyecto.

Para evitar el ruido y reducir la abrasión producida por la caída del agua, el salto se realizara con una tubería de diámetro igual al del colector de llegada al pozo.

5.4.9. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias se realizarán con tubería PVC de 100mm que conectaran las cajas de revisión de cada vivienda al sistema de alcantarillado.

Las cajas de revisión domiciliaria (TIIL) serán con tubo de hormigón simple, de 300mm de diámetro con sus respectivas tapas, y de profundidad necesaria para cada caso particular.

El número de conexiones actuales son de 115 viviendas, y se irán conectando progresivamente viviendas futuras durante el periodo de diseño.

5.4.10. SUMIDEROS

Los sumideros serán tipo rejilla en cuneta colocados en sentido transversal al flujo en las partes más bajas de las calles que tengan capacidad de conducción del caudal superficial es decir las calles asfaltadas y adoquinadas, como se indican en los planos del proyecto.

Los barrotes serán colocados paralelos a la dirección del flujo y las dimensiones serán de 0.90m de largo y 0.60m de ancho, con separaciones entre barrotes de 0.035m, como indica la norma INOS.

5.5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROPUESTA

5.5.1. DATOS BÁSICOS

Los datos proyectados del tamaño de la población que se empleó para el diseño de la planta de tratamiento se describen a continuación:

Población de diseño 573 hab., Dotación 120 lt/hab/día, Q promedio 0.64 lt/seg, % contribución desagüe 80%. Por lo tanto, el volumen de diseño o flujo promedio de aguas residuales considerado para este tamaño de población de acuerdo a los cálculos es de 63.33 m³/día.

El periodo de diseño de la planta tratamiento ha sido considerado el mismo del sistema de alcantarillado, que es de 20 años.

5.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AFLUENTES

La calidad del agua residual procedente del sistema de alcantarillado actual, que está descargando de forma directa en el río San Antonio y que va a ser interceptado para su tratamiento en la planta de tratamiento propuesta tienen las siguientes características:

Tabla 35. Características de los afluentes.

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS	VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES	PUNTO DE MUESTRA
Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	mg O2/l	180	100	Descarga Actual
Demanda Química de oxígeno DQO	mg/l	389	200	Descarga Actual
Potencial de Hidrógeno PH	Unid pH	7.75	6 – 9	Descarga Actual
Sólidos Totales	mg/l	232	1600	Descarga Actual
Sólidos Suspendidos totales	mg/l	60	130	Descarga Actual
Coliformes Fecales	NPM/100 ml	>1600	2000	Descarga Actual
Coliformes Totales	NPM/100 ml	>1600	N/A	Descarga Actual

Fuente: El Autor

Los resultados obtenidos de los análisis han sido comparados contra los criterios de límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la “Norma de calidad y de efluentes al recurso agua del Ministerio del Ambiente del Ecuador”.

El informe de los datos obtenidos ha sido realizado por el laboratorio IHTA del Ing. Carlos Matovelle, MST el día jueves 28 de Septiembre de 2017. Se puede observar los análisis completos en los anexos correspondientes al final de este estudio.

5.5.3. MEMORIA DE DISEÑO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

El proceso propuesto para el tratamiento de las aguas residuales domésticas del sector en estudio, estará conformado por las siguientes operaciones unitarias:

- 1) Tanque igualador de caudales y vertedero

- 2) Tratamiento primario.- Tanque séptico
- 3) Tratamiento secundario.- Filtro percolador
- 4) Emisor y disposición final de las aguas residuales tratadas
- 5) Obras complementarias

5.5.4. TANQUE IGUALADOR DE CAUDALES Y VERTEDERO

El igualamiento consiste en amortiguar las variaciones de caudal para lograr un caudal aproximadamente constante, en el presente estudio este tanque permitirá igualar los caudales para dosificar un caudal constante hacia la planta de tratamiento y evacuar mediante un vertedero de excesos un caudal diluido de aguas residuales en épocas de lluvia que exceda al esperado para el tratamiento.

El igualamiento presenta las siguientes ventajas:

- Mejora la tratabilidad del agua residual
- Minimiza cargas choque sobre el tratamiento biológico
- Diluye sustancias inhibidoras
- Estabiliza el PH
- Mejora la eficiencia y, por tanto, la calidad del efluente
- Uniformiza la carga de sólidos sobre el sedimentador y mejora el espesamiento de los lodos en el tanque séptico.

Parámetros de diseño:

Tabla 36. *Parámetros de diseño.*

ÍTEM	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
1	Población de diseño	573	Hab
2	Periodo de diseño	20	Años
3	Dotación	120	Lt/hab/día
4	Porcentaje de contribución desagües	80	%
5	Contribución de aguas ilícitas o lluvias	0.014	Litros/seg/ hab
6	Velocidad mín. de Alc. Sanitario	0.45	m/s
7	Velocidad máx. de Alc. Sanitario	6.01	m/s

Fuente: El Autor

Las fórmulas aplicadas para el diseño del tanque igualador y dosificador son las siguientes:

Caudal de diseño, aporte de aguas residuales:

$$QD = 0.8 \times PD \times Df/86400 = 0.64 \text{ l/s} \quad (21)$$

Ecuación de cálculo del Caudal:

$$Q = V \times A \quad (22)$$

Caudal del vertedero rectangular:

$$Q = 1,83 \times L \times H^{3/2} \quad (23)$$

Caudal de vertedero rectangular:

$$Q = 1.42 \times H^{2.5} \quad (24)$$

Los valores de diseño son los siguientes:

Tabla 37. Dimensiones del aliviadero

ÍTEM	DIMENSIONES HIDRÁULICAS	VALOR	UNIDAD
1	Caudal de aguas residuales	15	lts/seg
2	Caudal de aguas combinadas	501.15	lts/seg
3	Diámetro canal de llegada	0.45	m
4	Diámetro canal de salida	0.30	m
5	Área del tubo de llegada	0.16	m ²
6	Área del tubo de salida	0.07	m ²
7	Altura del canal de entrada	0.8	m
8	Ancho del canal de entrada	0.8	m
9	Altura del canal de salida	0.4	m
10	Ancho del canal de salida	0.4	m
11	Área del canal de entrada	0.64	m ²
12	Área del canal de salida	0.16	m ²
13	Altura de la ventana de diseño	0.6	m

14	Ancho de la ventana de diseño	0.6	m
15	Área de la ventana de diseño	0.36	m ²
16	Altura de la cresta del vertedero (Z)	0.12	m

Fuente: El Autor

5.5.5. TRATAMIENTO PRIMARIO.- TANQUE SÉPTICO

El principal objetivo del diseño del tanque séptico se definió en la fundamentación teórica en el capítulo 2 sección 2.5.2. La remoción del DBO está considerada en el orden del 30 al 50%, las grasas y aceites en un 70 a 80%, fósforo un 15% y de un 50 a 70% de sólidos suspendidos para las aguas domésticas consideradas en este tratamiento.

Parámetros que se consideraron el diseño son:

Tabla 38. *Parámetros para el diseño del tanque séptico*

ÍTEM	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
1	Población de diseño	573	Hab
2	Periodo de diseño	20	Años
3	Dotación	120	Lt/hab/día
4	Porcentaje de contribución desagües	80	%
5	Periodo de retención	12	Horas
6	Volumen de aporte de lodos por periodo de limpieza asumido	60	Litros/hab
7	Periodo de limpieza	2	Años

Fuente: El Autor

La capacidad del tanque séptico resultante en base a los parámetros de diseño de la tabla Nro. 38 es igual a 63.33 m³/día, para el caudal de diseño al final del periodo considerado. El volumen calculado resulta de la suma del volumen de agua necesario para dar un tiempo de retención de permanencia de 12 horas y el volumen de lodos digeridos durante el periodo de limpieza asumido que es de 2 años para este caso. Los cálculos detallados se encuentran en los anexos.

$$QD = 0.8 \times PD \times Df / 86400 = 0.64 \text{ l/s}$$

$$V1 = Q \times Tr$$

$V1 = 27.504 \text{ m}^3/\text{día}$ (Volumen de agua necesario para un tiempo de retención de 12 horas)

$$V2 = LD \times Pf$$

$V2 = 34.38 \text{ m}^3/\text{día}$ (Volumen de lodos digeridos por periodo de limpieza)

$VT = 63.33 \text{ m}^3/\text{día}$ (Volumen total del tanque séptico).

Tabla 39. Dimensiones obtenidas para el tanque séptico

ÍTEM	DIMENSIONES HIDRÁULICAS	MEDIDA	UNIDAD
1	Largo total	8.00	m
2	Ancho total	4.00	m
3	Longitud primera cámara de sedimentación	5.50	m
4	Longitud segunda cámara de sedimentación	2.50	m
5	Altura del espejo de agua	2.20	m
6	Profundidad de la tolva de lodos	1.50	M
7	Altura de seguridad	0.30	m
8	Altura de cámara de gases	0.10	m
9	Diámetro de la tubería de entrada	200	mm
10	Diámetro de la tubería de salida	200	mm
11	Carga hidráulica a la salida de la tubería	0.10	m
12	Pendiente cámara Nro. 1	1	%
13	Pendiente cámara Nro. 2	1	%

Fuente: El Autor

La eficiencia del tanque séptico vs el afluente, considerando el valor más desfavorable se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 40. *Eficiencia del Tanque séptico vs el efluente*

PARÁMETROS	UNIDAD	EFICIENCIA (%)	VALOR AFLUENTE	VALOR EFLUENTE
Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	mg O2/l	40	180	108
Demanda Química de oxígeno DQO	mg/l	40	389	233.4
Sólidos Totales	mg/l	50	232	116
Sólidos Suspendidos totales	mg/l	50	60	30

Fuente: El Autor

Como podemos observar la mayoría de los parámetros de contaminación anotados en la tabla anterior, con los niveles de eficiencias de tratamiento en el tanque séptico, el efluente se encuentra bajo los valores permisibles en la norma de calidad ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce del Ministerio del Ambiente.

El tratamiento posterior o secundario para el efluente del tanque séptico considerando los valores de contaminación del efluente, la topografía del terreno y el área del terreno disponible para la construcción de la planta de tratamiento se opta por un filtro percolador, mismo que se describe a continuación.

5.5.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO.- FILTRO PERCOLADOR

El filtro percolador o filtro biológico tiene por objeto reducir la carga orgánica existente en las aguas residuales, en nuestro caso del efluente del tratamiento primario.

Parámetros de diseño:

Tabla 41. *Parámetros de diseño para el Filtro percolador*

ÍTEM	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
1	Población de diseño	573	Hab
2	Periodo de diseño	20	Años
3	Dotación	120	Lt/hab/día
4	Porcentaje de remoción de DBO	60	%
5	Relación de recirculación para el filtro	2	
6	Volumen de aporte de lodos por periodo de limpieza asumido	60	Litros/hab
7	Temperatura	15	°C
8	Altura del medio filtrante	1.6	m

Fuente: El Autor

Eficiencia requerida:

$$E1 = (DBO_{\text{Afluente}} - DBO_{\text{Efluente}}) / DBO_{\text{Afluente}} \quad (25)$$

Porcentaje de remoción de DBO = 60%

$$E1 = 0.6$$

Área del filtro percolador

Volumen a tratar (afluente de la fosa séptica) = 63.33 m³

$$A = Q / SA$$

Dónde:

A = Área superficial específica del medio filtrante.

SA = DBO afluente

$Q = \text{afluente}$

$$A = 63,33 / 1,6 = 39,58 \text{ m}^2$$

A de diseño = 40 m²

El medio filtrante que se empleará en el filtro percolador es piedra de río entre 2,5 a 10 cm, con lo cual consideramos un área superficial entre 55 y 70 m²/m³. La altura del medio filtrante será de 1,6 m.

El filtro diseñado es de baja tasa, estimándose que la eficiencia remocional de la DBO sea del 60% por ciento.

El efluente de la fosa séptica será distribuido en el filtro percolador mediante un sistema de distribución constituido de una tubería principal de 200 mm de diámetro o un canal cuadrado de 0.2m, y tuberías secundarias perforadas de 75 mm de diámetro como se indica en los planos respectivos y con una carga hidráulica de 10 cm a la salida del tanque séptico.

El medio filtrante estará constituido por piedra de tamaño entre 2.5 y 10 cm, con una profundidad de 1,6 metros. La ventilación del filtro es esencial para mantener condiciones aerobias y lograr una buena eficiencia del filtro; esta ventilación se realizará por medio de 8 tubos de PVC de 110 mm de diámetro conectados desde el fondo del filtro a fin de permitir el ingreso de aire a una tasa de 0,3 m³/min.

Con la finalidad de mantener la eficiencia de las unidades de filtración, se contará con un dispositivo con carga hidráulica suficiente a fin de ejecutar periódicamente el desprendimiento de la película biológica mediante la limpieza del filtro cerrando la válvula de control e inundando el mismo, y, produciendo la evacuación del líquido por medio del mismo canal de distribución hacia el tubo de rebose al final del filtro.

La eficiencia del filtro percolador vs el afluente a la descarga se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 42. *Eficiencia del filtro percolador vs el efluente a la descarga*

PARÁMETROS	UNIDAD	EFICIENCIA (%)	VALOR AFLUENTE DEL TANQUE SÉPTICO	VALOR EFLUENTE DEL FILTRO PERCOLADOR
Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	mg O2/l	50	108	54
Demanda Química de oxígeno DQO	mg/l	50	233.4	116.7
Sólidos Totales	mg/l	50	116	58
Sólidos Suspendidos totales	mg/l	50	30	15

Fuente: El Autor

Como podemos observar en la tabla 42 los valores efluente al final del filtro percolador están por debajo de los valores permisibles en la norma de calidad ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce del Ministerio del Ambiente, llegando así a garantizar la descarga al cuerpo de agua “El Rio San Antonio”.

5.5.7. TRATAMIENTO DE LODOS

El periodo de limpieza de los lodos del tanque séptico se ha adoptado igual a dos años, mismo que debe ser extraído mediante el uso de camiones equipados de equipos de bombeo o hidrocleaner, o mediante bombas y desalojados estos lodos en el relleno sanitario de la ciudad.

5.5.8. EMISOR Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS

El emisor estará compuesto por una tubería de PVC de 200 mm de diámetro y tendrá una longitud de 25 metros hasta el lugar donde descargara el agua tratada, que es el río San Antonio mediante una estructura de descarga que protegerá a la tubería, o se empalmará a los colectores marginales cuando estos se construyan.

5.5.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Las obras complementarias estarán compuestas por el acceso, cerramiento perimetral, vías de ingreso para evacuación de lodos con el hidrocleaner, cajas de registro, y espacios verdes.

CAPITULO VI

6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO

Las especificaciones técnicas se encuentran detalladas en los anexos, al final de proyecto.

6.1. COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	
Sistema de Alcantarillado comunidad de Chuichun Queseras	
Oferente:	xx
Ubicación:	Comunidad de Chuichun
Fecha:	12/14/2017

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
01		SISTEMA DE ALCANTARILLADO				262,604.27
1.001	58400 2	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	231.00	13.27	3,065.37
1.002	58400 3	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	2,375.38	3.60	8,551.37
1.003	58400 4	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 2 - 4 m de profundidad	m3	1,383.37	4.27	5,906.99
1.004	58400 9	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	1,000.00	21.47	21,470.00
1.005	58400 8	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	2,989.75	5.87	17,549.83
1.006	58404 0	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	231.00	0.95	219.45
1.007	57902 8	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CAMA DE ARENA e=10 cm	m2	231.00	3.29	759.99
1.008	55400 9	PICADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m3	407.62	23.04	9,391.56
1.009	55403 5	REMOCIÓN DE PAVIMENTO DE ADOQUIN	m2	1,114.00	3.96	4,411.44
1.01	57903 8	POZO REVISION DE h= 0 A 2 m, INCLUYE BROCAL Y TAPA	U	10.00	444.42	4,444.20
1.011	57903 9	POZO REVISION DE h= 0 A 4 m, INCLUYE BROCAL Y TAPA	U	29.00	577.27	16,740.83
1.012	57909	POZO REVISION DE h = 4-6 m INCLUYE BROCAL Y	u	13.00	942.18	12,248.34

	5	TAPA				
1.013	58401 0	Sum - Ins. Silla Yee PVC D=315 mm a 160 mm	u	58.00	35.29	2,046.82
1.014	58400 1	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	2,355.72	0.77	1,813.90
1.015	58403 1	Sum - Ins. Silla Yee PVC D=400 mm a 200 mm	u	57.00	55.22	3,147.54
1.016	57900 9	CAJA DE SUMIDERO Ho 210kg/cm2 80x40x40 cm	U	22.00	46.16	1,015.52
1.017	57901 1	POZO DE SUMIDERO TUBO HoSo 600 mm incl. excav.	U	22.00	93.77	2,062.94
1.018	57901 4	POZO DE REVISION DOMICILIARIA TIIL CON TUBO DE H°S° 300 mm. (Con Tapa)	U	115.00	101.14	11,631.10
1.019	57901 6	REJILLA DE HIERRO REDONDO COLOCADA	Kg	351.65	2.41	847.48
1.02	57902 6	CAJA DE SUMIDERO Ho 210kg/cm2 100x40x40 cm	U	22.00	57.49	1,264.78
1.021	55500 3	DÉSALOJO CON VOLQUETE hasta 3km con material cargado a máquina	m3	4,786.15	3.96	18,953.15
1.022	55600 2	ENTIBADO DISCONTINUO DE PAREDES DE ZANJA	m2	3,216.00	5.52	17,752.32
1.023	58003 6	REPOSICIÓN CALZADA DE ASFALTO e = 2"	m2	407.62	12.25	4,993.35
1.024	57904 2	SUM.-INS. TUBO PVC ALCANTARILLADO D=250 mm U/E	m	1,428.00	31.78	45,381.84
1.025	57909 1	SUM-INST TUBO PVC ALCANTARILLADO D = 300 mm U/E	m	114.00	39.70	4,525.80
1.026	57909 4	SUM-INST TUBO PVC ALCANTARILLADO D=364 mm U/E	m	96.00	44.10	4,233.60
1.027	57909 2	SUM-INST TUBO PVC ALCANTALLADO D= 400 mm U/E	m	108.00	46.67	5,040.36
1.028	57909 3	SUM-INST TUBO PVC ALCANTARILLADO D= 450 mm U/E	m	624.00	53.10	33,134.40
	2	DERIVADOR DE CAUDAL				2,849.91
2.001	55100 6	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	5.23	0.77	4.03
2.002	55200 4	EXCAVACION MECANICA EN TERRENO SIN CLAS. h = 0 a 2m en seco	m3	5.90	2.88	16.99
2.003	55500 3	DÉSALOJO CON VOLQUETE hasta 3km con material cargado a máquina	m3	7.67	3.96	30.37
2.004	55700 3	HORMIGON fc= 210 kg/cm2	m3	3.63	152.83	554.77
2.005	55800 1	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	Kg	202.54	1.84	372.67
2.006	55900 1	ENCOFRADO RECTO	m2	21.26	11.17	237.47

2.007	56400 1	REPLANTILLO DE PIEDRA e= 15 cm	m2	5.23	9.24	48.33
2.008	57909 3	SUM-INST TUBO PVC ALCANTARILLADO D= 450 mm U/E	m	25.00	53.10	1,327.50
2.009	57909 6	SUMINISTRO DE COMPUERTA METALICA	u	1.00	257.78	257.78
	3	TANQUE SEPTICO				9,937.84
3.001	55100 6	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	36.52	0.77	28.12
3.002	55200 4	EXCAVACION MECANICA EN TERRENO SIN CLAS. h = 0 a 2m en seco	m3	99.10	2.88	285.41
3.003	55500 3	DESALOJO CON VOLQUETE hasta 3km con material cargado a máquina	m3	128.83	3.96	510.17
3.004	56400 1	REPLANTILLO DE PIEDRA e= 15 cm	m2	36.52	9.24	337.44
3.005	55700 3	HORMIGON fc= 210 kg/cm2	m3	20.54	152.83	3,139.13
3.006	55800 1	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	Kg	1,982.62	1.84	3,648.02
3.007	55900 1	ENCOFRADO RECTO	m2	170.80	11.17	1,907.84
3.008	57904 0	SUM.-INS. TUBO PVC ALCANTARILLADO D=200 mm U/E	m	0.40	21.77	8.71
3.009	57500 3	DOTACION Y COLOCACION DE TUBERIA DE DESAGUE DE PVC 4" (110mm)	m	5.00	11.52	57.60
3.01	57501 7	SUMINISTRO E INSTALACION CODO 90° PVC DESAGUE 110mm	U	4.00	3.85	15.40
	4	FILTRO BIOLOGICO				15,694.52
4.001	55100 6	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	45.36	0.77	34.93
4.002	55200 4	EXCAVACION MECANICA EN TERRENO SIN CLAS. h = 0 a 2m en seco	m3	97.63	2.88	281.17
4.003	55500 3	DESALOJO CON VOLQUETE hasta 3km con material cargado a máquina	m3	126.92	3.96	502.60
4.004	55700 3	HORMIGON fc= 210 kg/cm2	m3	28.92	152.83	4,419.84
4.005	55800 1	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	Kg	1,364.19	1.84	2,510.11
4.006	55900 1	ENCOFRADO RECTO	m2	193.45	11.17	2,160.84
4.007	56400 1	REPLANTILLO DE PIEDRA e= 15 cm	m2	47.04	9.24	434.65
4.008	57904 0	SUM.-INS. TUBO PVC ALCANTARILLADO D=200 mm U/E	m	43.81	21.77	953.74
4.009	57500 3	DOTACION Y COLOCACION DE TUBERIA DE DESAGUE DE PVC 4" (110mm)	m	20.16	11.52	232.24

4.01	57500 2	DOTACION Y COLOCACION DE TUBERIA DE DESAGUE DE PVC 3" (75mm)	m	98.80	7.10	701.48
4.011	57907 8	SUM/ INST PIEDRA PARA DREN D = 5 A 10 CM	M3	64.80	35.34	2,290.03
4.012	57907 6	SUM/INST VALVULA HF D= 8" (200 mm)	U	1.00	1,172.89	1,172.89
5		CERRAMIENTO				2,940.40
5.001	55101 0	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	900.00	0.62	558.00
5.002	55100 6	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	900.00	0.77	693.00
5.003	55200 4	EXCAVACION MECANICA EN TERRENO SIN CLAS. h = 0 a 2m en seco	m3	1.89	2.88	5.44
5.004	55100 1	CERRAMIENTO PROVISIONAL DE MALLA EXAGONAL h=2.40 m	m	120.00	13.21	1,585.20
5.005	56601 0	PUERTA DE MALLA (tubo de HG 2 1/2")	m2	1.00	98.76	98.76
SUBTOTAL						294,026.9
IVA						4
TOTAL						329,310.1
						7

Son: trescientos veinte y nueve mil trescientos diez con 17/100 dólares

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- El sistema de alcantarillado existente, es un alcantarillado combinado que ha prestado el servicio aproximadamente más de 20 años, cumpliendo su vida útil de diseño, por lo cual durante el levantamiento de información para la evaluación se encontraron tuberías deterioradas, secciones de tuberías reemplazadas con tubos PVC, y acumulación de sedimentos en el fondo de los pozos.

- Debido al reciente mantenimiento con el que cuentan las calles del sector Queseras (pavimentadas y lastradas), no fue posible identificar todos los pozos de revisión que comprenden el sistema actual, para realizar una modelación hidráulica del sistema existente.

- Durante el catastro de los pozos de revisión que se lograron encontrar, se pudo determinar que estos presentaban un estado físico bueno a pesar del tiempo de funcionamiento, los cuales sirvieron de base para el trazado preliminar del nuevo sistema de alcantarillado.

- El nuevo sistema de alcantarillado combinado se realizó bajo los parámetros y criterios de diseño establecidos en la norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) en su parte de “Estudio diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes 1992” y también “Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas, y residuos líquidos en el área rural 1997”.

- Durante el diseño de los colectores se pudo apreciar que ciertos tramos presentan una pendiente pronunciada por lo cual en estas secciones se ha optado por tomar como velocidad máxima admisible, la que recomienda el fabricante de los colectores, que es de hasta 9 m/s en tubos pasticos, sobrepasando lo que recomienda la norma, que establece de 5 m/s.

- Al momento de determinar el caudal pluvial en el diseño de los colectores se consideró las superficies de las calles existentes, puesto que no todas se encuentran terminadas (pavimentadas y adoquinadas), y no tienen la capacidad de conducir el agua hacia los sumideros, permitiendo que esta se infiltre o se escurra a los terrenos y canales colindantes.
- la población de diseño se calculó a partir de la población actual, misma que fue obtenida mediante censos y prolongados a una población futura hasta el año 2038, con la utilización de los métodos de estimación mencionados en este proyecto, resultando que al final del periodo de diseño existirá un total de 573 habitantes que serán servidos del sistema de alcantarillado.
- Para la selección del tipo de tratamiento se tomaron consideraciones propias del lugar del proyecto, y análisis de la calidad del agua residual del efluente, consiguiendo que con la implementación de un tanque séptico, como tratamiento primario, y un filtro biológico como tratamiento secundario, se lograra mejorar la calidad del efluente entregado al cuerpo receptor que es el río San Antonio.
- Una vez construido todo el proyecto realizado, mejorara la calidad ambiental que hoy en día presenta el sector Queseras, y en especial los lugares colindantes aguas abajo a la descarga del alcantarillado actual, mejorando la calidad de vida de los habitantes.
- Con la implementación del proyecto se puede garantizar que los habitantes aguas abajo del río San Antonio puedan utilizar el cuerpo de agua del río para, actividades agrícolas, y otros usos que no requieran de otro tipo de tratamiento adicional.
- El costo total del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento que forman el proyecto es trescientos veinte y ocho mil cuatrocientos cincuenta y cinco con 56/100 dólares Americanos.

7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el GAD cantonal lleve a cabo la ejecución inmediata del proyecto, para neutralizar la contaminación que se está causando aguas abajo del río San Antonio, por la falta de un sistema de tratamiento para aguas residuales.

- Se recomienda dar a conocer a los habitantes que en ningún caso pueden descargar aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado, puesto que el tratamiento implementado es para aguas de uso netamente doméstico.

- Para la construcción de la planta de tratamiento se recomienda que el constructor elabore un muro de contención natural del río, para evitar el desbordamiento y la socavación producida por este, que pueda causar daños a la planta de tratamiento.

- La autoridades correspondientes deberán planificar el asentamiento de futuras viviendas con el fin de facilitar la conexión al sistema de alcantarillado, y evitar la descarga no controlada que pueda contaminar el río San Antonio.

8. Bibliografía

- 1) Alianza por el agua. (2008). *Monograficos agua en centro America; Manual de depuracion de aguas residuales urbanas*. Ideasamares.
- 2) CONAGUA. (2009). *Manual de Agua, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado sanitario*. Coyocan, Mexico.D.F.: Secretaria del medio ambiente y recursos naturales.
- 3) Cualla, R. A. (1995). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLAS*. Santafe de Bogota: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- 4) EMAAP, Q. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP - Q*. Quito, Ecuador.
- 5) GADMICET. (2015). *Plan de ordenamiento territorial de el Tambo*. El Tambo.
- 6) Gamarra, J. R. (s.f.). *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades*.
- 7) HIDRA. (2014). *Depuracion sostenible en pequeñas poblaciones del ambito rural*. Madrid.
- 8) INEN 005. (1992). Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposicion de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. En *sistemas de alcantarillado* (pág. 291). Quito.
- 9) INAMHI. (1999). *Anuario Metereologico 1999*. Quito: Imprenta del INAMHI.
- 10) INEC. (2010). *Poblacion y Demografia*.
- 11) INEN 005. (1997). *Codigo de practica para el diseño de abastecimiento de agua potable, disposicion de excreta y residuos líquidos en el area rural*. Quito - Ecuador.
- 12) Jaume, A. T. (2013). *Infraestructuras Hidraulico - Sanitarias II, Saniamiento y Drenaje Urbano*. España: Kadmos.
- 13) MAVDT. (2003). *Definicion del nivel de complejidad y evaluacion de la poblacion, la dotacion y la demanda de agua*. Bogota, Colombia: Panamerica formas e Impresos S.A.
- 14) Nogales, S. F., & Quispe, D. T. (2009). *Material de apoyo didactico para de diseño y metodos constructivos de sistemas de alcantarillados y evacuacion de aguas residuales para la materia de ingenieria sanitaria II*. Cochabamba - Bolivia.
- 15) Organizacion panamerica de la salud. (2005). *Guias para el diseño de tecnologias de alcantarillado*. Lima; Peru.
- 16) Osorio, F., Torres, J., & Sanches, M. (2010). *Tratamiento de aguas para la eliminacion de microorganismos y agentes contaminantes: aplicacion de procesos industriale y reutilizacion de aguas ereziduales*. Madrid.
- 17) Ruiz, P. R. (s.f.). *Ingenieria Sanitaria y Alcantarillado*. OAXACA.

- 18) Sanchez, O. (2007). *Perspetivas sobre conservacion de ecosistemas acuaticos en Mexico*. Mexico.
- 19) TULSMA Libros VI anexo I. (s.f.). *Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso de agua*. Quito.
- 20) Universidad de los Andes, PAVCO. (2009). *Sumideros en alcantarillados de aguas lluvias diseños tipicos utilizados en colombia y mecanismos de retencion de solidos*. Bogota.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Formato de encuestas socioeconómicas

ANEXO 2: Formato para el catastro de los pozos de inspección.

ANEXO 3: Análisis geotécnico; clasificación del suelo y determinación de la capacidad portante.

ANEXO 4: Diseño hidráulico de la red de alcantarillado.

ANEXO 5: Diseño del derivador de caudal.

ANEXO 6: Diseño de la fosa séptica.

ANEXO 7: Análisis de calidad del agua residual y del Río SAN ANTONIO.

ANEXO 8: Registro fotográfico.

ANEXO 9: Planos constructivos:





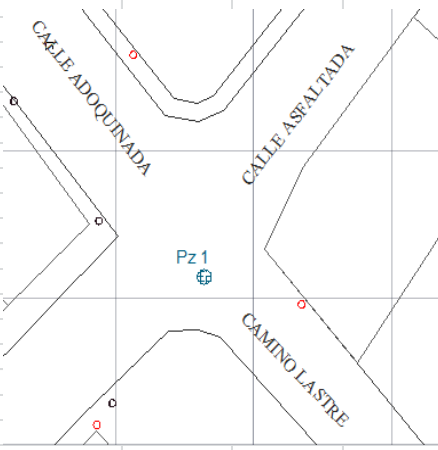
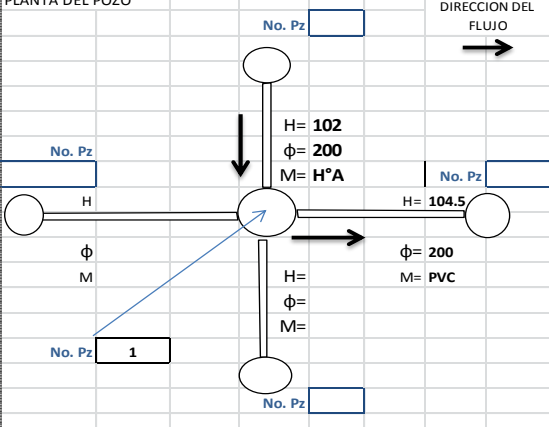
- Hoja 1: Topografía del sector, y pozos de revisión catastrados.
- Hoja 2: Diseño en planta del alcantarillado combinado
- Hoja 3, 4, 5, y 6: Perfiles de la red de alcantarillado combinado
- Hoja 7: Dimensionamiento hidráulico de la planta de tratamiento y detalles de los elementos.
- Hoja 8: Emplazamiento, perfiles de la planta de tratamiento, y detalle del cerramiento perimetral.

ANEXO 10: Análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas (archivo digital)

ANEXO 1. Formato de encuestas socioeconómicas

UNIVERSIDAD DE CUENCA SEDE AZOGUES						
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCION						
ENCUESTA SOCIO ECONOMICA						
INFORMACION GENERAL						
Sector				No. hoja		
Comunidad						
Parroquia				No. Vivienda		
Canton						
Provincia						
REPRESENTANTE FAMILIAR						
Nombres						
Apellidos						
PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA						
Agricultura	Ganaderia	Comercio	Empl. Publico	Empl. Privado	Artesanias	otros
INFORMACION SOBRE LA VIVIENDA						
TIPO DE VIVIENDA						
Propia						
Alquilada						
En Contruccion						
Abandonada						
Publico						
INFORMACION SOBRE LOS HABITANTES						
Total de habitantes					Hab	
No. Niños					Hab	
No. De Adultos					Hab	
ABASTECIMIENTO DE AGUA						
Red Publica						
Red Domiciliaria						
Rio, Acequia, Estero						
Pozo	Protegido					
	No Protegido					
Vertiente	Protegido					
	No Protegido					
ELIMINACION DE EXCRETAS						
Alcantarillado						
Pozo septico Individual						
Letrina						
Ninguno						
TARIFAS SOBRE SERVICIOS BASICOS						
Agua potable \$					\$	
alcantarillado \$					\$	
Consumo promd. Mensual					m ³	
PERSEPCION DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO ACTUAL	Bueno					
	Regular					
	Malo					
Observaciones						
.....						
.....						

ANEXO 2. Formato para el catastro de los pozos de inspección

		EVALUACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE FCHAS DEL CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO EN EL SECTOR QUESERA											
FICHA No	1	PARROQUIA				EL TAMBO							
POZO No	Pz 1	Realizado/Aprobado				Edison Fredy Buñay Yugsi							
Fecha	17-ago-17	TIPO DE CALZADA				ASFALTO							
Zona													
Coordenadas referenciales (ELIPSOIDE DE REFERENCIA WGS-84)													
NORTE	9724381.43	ESTE	727746.44	COTA	2950.98								
FOTOGRAFIAS													
VISTA INTERIOR DEL POZO				VISTA SUPERIOR DEL POZO									
													
CROQUIS DE UBICACION				PLANTA DEL POZO									
													
H (cm) = ALTURA DESDE LA TAPA O PUNTO DE REFERENCIA DE NIVEL A LA CLAVE DE LA TUBERIA M - MATERIAL DE LA TUBERIA ϕ(mm) = DIAMETRO DE LA TUBERIA													
TAPA		FONDO		LLEGADAS (CLAVE)				SALTOS (CLAVE)					
				1	2	3	4	1	2	3	4		
COTAS		2950.98		2949.72		X							
POZO		TAPA		OTROS				CONF. FONDO					
ESTADO		BUENO		REGULAR		ACCESO				CON ACCESO			
MATERIALES		HªA		HªA		CON ACCESO				CON ACCESO			
FORMA		CUADRADA		CUADRADA		escalones de hierro				escalones de hierro			
						No escalones				2			
Observaciones													
pozo de 80x80cm; acumulacion de sedimentos en el fondo; escalones hierro, con regillas en el colector de salida													
TAPA: de 1.15x1.15m y un peralte de 20cm													

ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO:	DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN SECTOR QUESERAS, COMUNIDAD DE CHICHUN		
FIZCALIZADOR:	ING. RICARDO ROMERO		
CONSTRUCTOR:	EDISON FREDY BUÑAY YUGSI		
MATERIAL:	SITIO; POZO # 1; MUESTRA #1	POSICION DE LA CALICATA (UTM)	
UBICACIÓN:	SECTOR QUESERAS, COMUNIDAAD CHUICHUN, CANTON EL TAMBO, PROVINCIA DEL CAÑAR	N	9724844,556
FAECHA:	22-jul-17	E	727148,9474

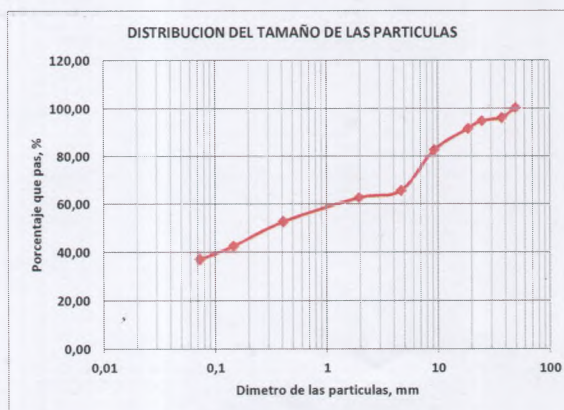
CLASIFICACION DE LOS SUELOS

1. ANALISIS GRANULOMETRICO

NTE INEN 696;ASTM D422;AASHTO T88					
GRANULOMETRIA GRUESA					
W inicial	8687				
perdida	48,00	%	0,55		
N° TAMIZ	W. ret. Acum.	W ret.	% ret. Mallas	% ret. Acumulado	% pasa. Malla
# 2":	0	0	0,00	0,00	100,00
# 1.1/2":	355	355	4,11	4,11	95,89
# 1":	468	113	1,31	5,42	94,58
# 3/4":	747	279	3,23	8,65	91,35
# 3/8":	1525	778	9,01	17,65	82,35
# 4":	2995	1470	17,02	34,67	65,33
FONDO	5644	5644	65,33	100,00	0,00
TOTAL	8639	8639	100,00		
GRANULOMETRIA FINA					
W inicial	500				
perdida	0,00	%	0,00		
N° TAMIZ	W. ret.	% ret. Mallas	% ret. Acumulado	% pasa malla	
# 10	22,89	3,0	2,99	62,34	
# 40	75,8	9,9	12,90	52,44	
# 100	77,53	10,1	23,03	42,31	
# 200	42,04	5,5	28,52	36,81	
FONDO	281,74	36,81	65,33	0,00	
TOTAL	500	65,3			

GRAFICO DE LA CURVA GRANULOMETRICA			CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			
N° tamiz	Diam. (mm)	% pasa tamiz	D10		D60	
# 2":	50,8	100,00				
# 1.1/2":	38,1	95,89				
# 1":	25,4	94,58	%	Diametro	%	Diametro
# 3/4":	19,1	91,35	xx	xx	52,44	0,42
# 3/8":	9,52	82,35	10		60	1,65
# 4":	4,75	65,33	xx	xx	62,34	2
# 10	2	62,34	D30			
# 40	0,42	52,44	%	Diametro		
# 100	0,149	42,31	xx	xx		
# 200	0,075	36,81	30		Cu	xx
			xx	xx	Cc	xx

Mas del 12% pasa por el tamiz N°200 no se calcula Cu y Cc



2. CONTENIDOS DE HUMEDAD

NTE INEN 862 - ASTM D2216		
HUMEDAD NATURAL DE ENSAYO		
# T	32	10
P.H.+T	51,96	52,81
P.S.+T.	47,27	48,06
P.T.	18,47	16,84
P.S.	28,8	31,22
P.A.	4,69	4,75
% Humedad	9,03	8,99
% H. promd.	9,01	

NTE INEN 862 - ASTM D2216		
HUMEDAD NATURAL DE CAMPO		
# T	10	8
P.H.+T	378,09	389,64
P.S.+T.	301,56	313,66
P.T.	18,47	16,84
P.S.	283,09	296,82
P.A.	76,53	75,98
% Humedad	20,24	19,50
% H. promd.	19,87	

3. LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

LIMITE LIQUIDO								
NTE INEN 691 - ASTM D4318 - AASHTO T 89								
Muestra	# T.	# G.	P.H.+T.	P.S.+T.	P.T.	P.S.	P.A.	% Humedad
1	25	40	27,98	25,05	18,2	6,85	2,93	10,47
2	19	32	31,25	27,32	18,31	9,01	3,93	12,58
3	22	22	29,08	25,55	17,69	7,86	3,53	12,14
4	31	14	28,76	25,25	16,15	9,1	3,51	12,20

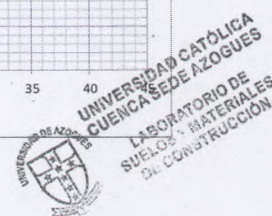
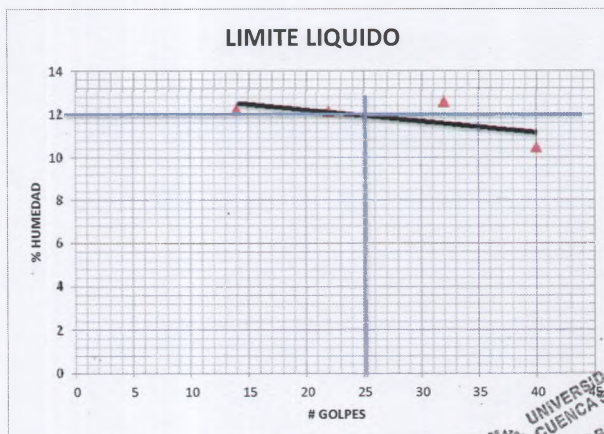
LIMITE PLASTICO								
NTE INEN 692 - ASTM D4318 - AASHTO T90								
Muestra	# T.	# G.	P.H.+T.	P.S.+T.	P.T.	P.S.	P.A.	% Humedad
1	30	xx	7,57	7,26	6,15	1,11	0,31	4,10
2	20	xx	7,71	7,38	6,13	1,25	0,33	4,28
3	16	xx	8,01	7,63	6,11	1,52	0,38	4,74
4	11	xx	10,73	10,33	8,82	1,51	0,4	3,73

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD			
LL %	12	LP %	4,21	IP %	7,79

RESULTADOS		
DATOS PARA CLASIFICAR		
N° 4	65,33	
N° 40	52,44	
N° 200	36,81	
L.L.	12	
L.P.	4,21	
SUCS	GM, GC	tipo de suelo
AASHTO	-	
IG	-	

q ult.	2,8	Kg/cm2
--------	-----	--------

Capacidad portante obtenida a partir del tipo de suelo y tablas elaboradas en funcion del metodo de Terzaghi:



ANEXO 4. Diseño hidráulico de la red de alcantarillado:

ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL SECTOR QUESERAS, COMUNIDAD DE CHUICHUN

a =	607
b =	0.68
c =	5
t =	5 min
k =	0.55
n =	0.011

Dotación=	120.00 l/hab/día
K=	0.8

REVISADO POR:

FECHA:

Anexo: Pág No _____ de _____ Pág.

CALLE	POZO	Longitud	AREA PARCIAL Ha	TIEMPO DE CONCENTRACION MIN	AGUAS LUVIADAS				AGUAS SERVIDAS				DISEÑO DE LA TUBERIA										POZO H	SALTO	COTAS		CORTE	OBSERVACIONES				
					COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C	AREA EQUIVALENTE PARCIALES A.C	AREA EQUIVALENTE ACUMULADA	I/36 CAUDAL L/S/ha	CAUDAL q1 L/S	POBLACION PARCIAL	FACTOR ACUMUL M	CAUDAL (L/S) PARCIAL	CAUDAL (L/S) ACUMUL q2	CAUDAL DISEÑO mm	D mm	I o/o	LENA V m/s	Q L/s	TIEMPO DE FLUJO L/60.V	DATOS HIDRAULICOS q/Q	v/V	v			Terreno	Proyecto						
A asfalto	P1-P2	57.71	0.07	5	0.55	0.0385	0.0385	352.28	13.56	10	10.00	11.56	0.011	0.011	0.14	13.70	250	3.40	2.22	108.88	0.43	0.13	0.59	1.31	2.257	2953.094	2950.837	71.638			31	
A asfalto	P2-P3	54.61	0.07	5.43	0.55	0.0385	0.077	342.25	26.35	8	18.00	11.57	0.009	0.02	0.22	26.58	250	2.05	2.05	100.63	0.44	0.26	0.72	1.47	1.63	2951.055	2949.425	48.958				
B lastre	P4-P5	59.38	0.005	5.00	0.55	0.00275	0.00275	352.28	0.97	22	22.00	10.73	0.024	0.02	0.26	1.23	250	22.0	6.72	329.64	0.15	0.00	0.23	1.54	2.886	2969.185	2966.299	94.254				
B lastre	P5-P3	40	0.005	5.00	0.55	0.00275	0.0055	352.28	1.94	10	32.00	9.95	0.011	0.04	0.35	2.29	250	12.8	5.12	251.15	0.13	0.01	0.29	1.49	2.409	2955.758	2953.349	52.998				
A asfalto	P3-P6	41.34	0.05	5.43	0.55	0.0275	0.11	342.25	37.65	9	59.00	8.81	0.01	0.07	0.58	38.23	250	5.14	3.25	159.34	0.21	0.24	0.70	2.17	2.3	2950.602	2948.302	52.295				
A asfalto	P6-P7	43.96	0.1	5.65	0.55	0.055	0.165	337.60	55.70	12	71.00	8.49	0.0133	0.08	0.67	56.37	250	9.40	4.39	215.47	0.17	0.26	0.72	3.14	2	2948.101	2946.101	48.356				
A asfalto	P7-P8	61.59	0.12	5.81	0.55	0.066	0.231	334.05	77.16	22	93.00	8.04	0.0244	0.10	0.81	78.00	250	12.00	4.96	243.46	0.21	0.32	0.76	3.75	2.162	2944.131	2941.968	73.237				
A asfalto	P8-P9	66.55	0.12	6.02	0.55	0.066	0.297	329.77	97.94	26	119.00	7.65	0.02889	0.13	1.01	98.95	250	12.2	5.00	245.48	0.22	0.40	0.80	4.02	3.091	2937.667	2934.576	113.138				
I lastre	P9-P10	62.28	0.004	6.02	0.55	0.0022	0.2992	329.77	98.67	40	159.00	7.22	0.04444	0.18	1.28	99.94	250	12.2	5.00	245.48	0.21	0.41	0.81	4.03	2.647	2929.104	2926.457	90.670				
I lastre	P10-P11	62.34	0.004	6.02	0.55	0.0022	0.3014	329.77	99.39	32	191.00	6.96	0.03556	0.21	1.48	100.87	300	8.0	4.57	323.24	0.23	0.31	0.75	3.43	2.692	2921.624	2918.932	109.083				
I lastre cdl	P1-P12	51.53	0.005	5.00	0.55	0.0385	0.0385	352.279	13.56	12	12	12.000	0.01333	0.01333	0.16146	13.72	250	22.0	6.72	329.64	0.13	0.04	0.44	2.94	2.787	2953.094	2950.307	78.988				
J lastre cdl	P12-P13	75.32	0.18	5.13	0.55	0.099	0.1375	349.247	48.0215	23	35	9.77589	0.02556	0.03889	0.38017	48.40	250	3.0	2.48	121.73	0.51	0.40	0.80	1.98	2.06	2939.131	2937.070	85.338				
B adouquin	P3-P14	34.03	0.1	5.00	0.55	0.055	0.055	352.279	19.3753	11	11	12.3223	0.01222	0.01222	0.15061	19.53	250	21.7	6.67	327.39	0.09	0.06	0.48	3.22	2.382	2949.85	2947.468	44.583				
B adouquin	P14-P13	30.65	0.07	5.09	0.55	0.0385	0.0935	350.256	32.7489	7	18	11.1665	0.00778	0.02	0.22333	32.97	250	10.0	4.53	222.24	0.11	0.15	0.61	2.78	2.353	2942.567	2940.214	39.666				
C adouquin	P13-P15	50.73	0.04	5.13	0.55	0.022	0.253	349.247	88.3596	4	57	8.86737	0.00444	0.06333	0.5616	88.92	250	2.8	2.40	117.60	0.35	0.76	0.95	2.28	1.718	2936.596	2934.878	47.935				
E adouquin	P6-P15	62.26	0.12	5.00	0.55	0.066	0.066	352.279	23.2504	14	14	11.7421	0.01556	0.01556	0.18265	23.43	250	38.7	6.19	303.92	0.17	0.08	0.52	3.20	2	2948.767	2946.767	68.486				
D adouquin	P7-P16	30	0.07	5.00	0.55	0.0385	0.0385	352.279	13.5627	7	7	13.4881	0.00778	0.00778	0.10491	13.67	250	11.8	4.92	241.42	0.10	0.06	0.48	2.34	1.747	2944.71	2942.963	28.825				
D adouquin	P16-P17	31.78	0.1	5.10	0.55	0.055	0.0935	349.864	32.7123	11	18	11.1665	0.01222	0.02	0.22333	32.94	250	5.0	3.20	157.15	0.47	0.21	0.67	2.16	1.787	2941.279	2939.492	31.235				
C adouquin	P17-P15	43.37	0.04	5.27	0.55	0.022	0.1155	346.02	39.9653	4	22	10.7272	0.00444	0.02444	0.26222	40.23	250	4.5	3.04	149.09	0.24	0.27	0.72	2.19	1.721	2939.605	2937.804	41.052				
E adouquin	P15-P18	35.35	0.05	5.27	0.55	0.0275	0.462	346.02	159.861	6	99	7.94041	0.00667	0.11	0.87345	160.73	250	10.0	4.53	222.24	0.13	0.72	0.94	4.25	2.37	2937.571	2935.201	46.079				
No calle	P18-P18A	9.4	0	5.27	0.55	0	0.462	346.02	159.861	0	99	7.94041	0	0.11	0.87345	160.73	250	12.2	5.00	245.48	0.03	0.65	0.91	4.57	4	1.017	2933.849	2929.849	20.680			
No calle	P18A-P18B	6.5	0	5.27	0.55	0	0.462	346.02	159.861	0	99	7.94041	0	0.11	0.87345	160.73	250	12.2	5.00	245.48	0.02	0.65	0.91	4.57	3.5	2.411	2929.852	2926.352	12.513			
No calle	P18B-P19	9.41	0	5.27	0.55	0	0.462	346.02	159.861	0	99	7.94041	0	0.11	0.87345	160.73	250	9.5	4.41	216.62	0.04	0.74	0.95	4.17	3.5	2.463	2926.657	2923.157	18.114			
I lastre cdl	P12-P20	51.14	0.02	5.00	0.55	0.0385	0.0385	352.279	13.5627	10	10	12.5594	0.01111	0.01111	0.13955	13.70	250	11.0	4.75	233.09	0.18	0.06	0.48	2.28	2.238	2941.191	2938.953	62.948				
F lastre	P20-P21	50.84	0.11	5.18	0.55	0.0605	0.099	348.043	34.4562	18	28	10.2221	0.02	0.03111	0.31802	34.77	250	3.0	2.48	121.73	0.34	0.29	0.73	1.82	1.832	2935.188	2933.356	51.226				
B adouquin	P13-P21	62.51	0.1	5.00	0.55	0.055	0.055	352.279	19.3753	11	11	12.3223	0.01222	0.01222	0.15061	19.53	250	8.0	4.05	198.78	0.22	0.10	0.55	2.23	1.82	2938.314	2936.494	52.563				
F adouquin	P21-P22	56.81	0.1	5.18	0.55	0	0.154	348.043	53.8986	0	0	11.3223	0	0.04333	0.53397	54.13	250	2.5	2.26	111.12	0.05	0.49	0.84	1.91	4.27	1.737	2934.867	2930.547	15.571			
F adouquin	P22-P22A	31.39	0.14	5.23	0.55	0.077	0.231	346.912	80.1362	14	25	10.4564	0.01556	0.05889	0.61572	80.725	250	12.2	5.00	245.48	0.10	0.33	0.76	3.80	4.197	2934.641	2930.444	72.459				
F adouquin	P22A-P19	18.36	0.08	5.33	0.55	0.044	0.275	344.52	94.743	9	34	9.83773	0.01	0.06889	0.67737	95.2024	250	12.2	5.00	245.48	0.06	0.39	0.80	3.98	3.5	1.522	2928.64	2925.140	35.343			
F adouquin	P19-P23	15.47	0.1	5.33	0.55	0.055	0.792	344.52	272.86	10	143	7.37739	0.01111	0.10	1.4017	274.262	364	7.4	5.00	520.65	0.05	0.53	0.86	4.31	3.5	1.46	2924.352	2920.852	43.316			
F adouquin	P23-P24	32.38	0.12	5.38	0.55	0.066	0.858	343.356	294.6	20	163	7.18675	0.02222	0.21222	1.52519	296.125	364	7.4	5.00	520.65	0.11	0.57	0.88	4.40	3	1.743	2921	2918.000	77.712			
G adouquin	P24-P25	48.08	0.09	5.49	0.55	0.0495	0.9075	340.952	309.414	9	172	7.10991	0.01	0.02222	1.57998	310.994	364	4.6	3.94	410.49	0.20	0.76	0.95	3.75	1.861	2917.465	2915.604	71.582				
B lastre	P22-P26	46.15	0	5.00	0.55	0	0	352.279	0	7	7.000	13.4881	0.00778	0.01	0.10491	10.0491	250	17.0	5.90	289.77	0.13	0.00	0.12	0.73	1.516	2934.614	2933.098	38.480				
H adouquin	P26-P27	53.85	0.09	5.00	0.55	0.0495	0.0495	352.27	17.4374	18	25	10.4564	0.02	0.03	0.29046	17.7728	250	38.0	6.07	298.17	0.15	0.06	0.48	2.93	3.03	2928.282	2925.252	89.741				
H adouquin	P27-P25	48.17	0.09	5.06	0.55	0.0495	0.099	350.853	34.7344	16	41.00	9.47138	0.01778	0.05	0.43147	35.1659	250	4.0	2.86	140.56	0.28	0.25	0.71	2.02	2.758	2918.303	2915.545	73.069				
H adouquin	P25-P28	104.09	0.15	5.49	0.55	0.0825	1.089	340.952	371.297	35	248.00	6.60815	0.03889	0.31	2.0265	373.323	400	4.1	3.97	498.36	0.44	0.75	0.95	3.76	1.974	2915.384	2913.410	164.379				
F adouquin	P24-P11	108.13	0.2	5.00	0.55	0.11	0.11	352.279	38.7506	60	60	8.77687	0.06667	0.06667	0.58512	39.3358	250	2.0	2.02	99.39	0.89	0.40	0.80	1.62	1.2	2917.466	2916.256	71.366				
I lastre	P11-P28	50.04	0.002	6.02	0.55	0.0011	0.4125	329.768	136.029	14.00	265.00	6.5211	0.01556	0.01556	0.10144	136.131	300	6.5	4.12	291.37	0.20											

ANEXO 5. Diseño del derivador de caudal

DISEÑO DEL ALIVIADERO LATERAL :

Caudal de aguas residuales = 15 l/s
 Caudal de aguas lluvias = 495.15 l/s
 Caudal de aguas combinadas = 510.15 l/s
 Diámetro del colector = 450 mm
 n = 0.011
 Pendiente = 3 %

Relación de dilución de las aguas residuales = 1.00 aguas residuales
 5.00 aguas lluvias

Caudal de aguas diluidas = $5Q_m = 75$ l/s

Caudal en el canal de aproximación = 510.15 l/s
 Caudal en el canal de aguas negras = 75 l/s
 Caudal en el canal de alivio = 435.15 l/s

Velocidad = 3.67 m/s (tubo lleno)
 Caudal = 0.58 m³/seg ó 583.60 lts/seg

Para el colector de llegada :

Q máx de llegada = 510.15 l/s
 (QR/QC) = 0.87 Relación de caudales en el colector de llegada
 Relaciones = H/D = 0.7
 $V\sqrt{H}/VC = 1.13$
 Por lo tanto = H = 0.32 m == d1
 VR = 4.15 m/s

Determinación de la altura del vertedero (Z)

Z = H para Q = 75 l/s Aguas residuales diluidas

luego QR /Qc = 0.13 Relación de caudales en el colector de aguas negras
 Relaciones = H/D = 0.26

Por lo tanto = H = 0.12 m == Z

Por lo tanto Z = 12 cm Para el paso solo de las aguas negras

(D/4) = 11.25 cm Cumple: (D/4) < (D/2)
 (D/2) = 22.50 cm 11.25 12 22.50

Determinación de la altura en el extremo final de vertedero

Q máx en el canal de aguas servidas = 75 l/s
 Pendiente = 1 %
 Diámetro aguas servidas = 300 mm
 n = 0.011

Velocidad = 1.62 m/s (tubo lleno)
 Caudal = 0.11 m³/seg ó 114.28 lts/seg

luego QR /Qc = 0.66 Relación de caudales en el extremo final del vertedero
 Relaciones = H/D = 0.59 m

d2 = 0.18 m

Mediante esta aproximación tenemos que:

h1 = d1 - Z = 0.20 m
 h2 = d2 - Z = 0.06 m

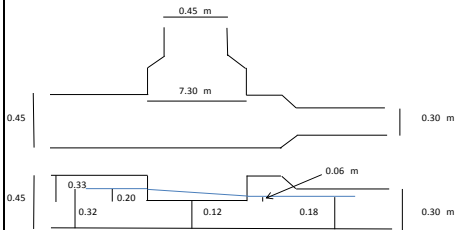
Ecuación de Babbit : $L = 7.55 Vd \log (h1/h2) = 7.30$ m

Longitud de cálculo de la ventana del vertedero = 7.30 m
 Longitud de diseño de la ventana del vertedero = 7.30 m

Dimensiones del aliviadero lateral

Diámetro canal de llegada = 0.45 m
 Diámetro canal de salida = 0.30 m
 Calado canal de ingreso (d1) = 0.32 m
 Calado canal de salida (d2) = 0.18 m
 Altura del agua sobre la cresta al inicio del vertedero (h1) = 0.20 m
 Altura del agua sobre la cresta al final del vertedero (h2) = 0.06 m
 Altura de la cresta del vertedero (Z) = 0.12 m
 Longitud de ventana = 7.30 m
 Altura de ventana = 0.33 m
 Área de ventana = 2.43 m²

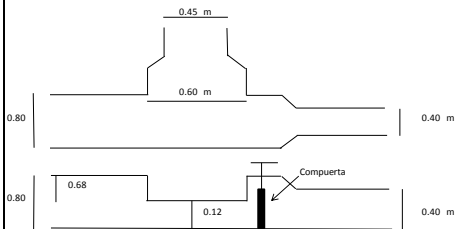
ALIVIADERO DE VENTANA CALCULADO



ALIVIADERO DE VENTANA DE DISEÑO

Dimensiones del aliviadero lateral

Diámetro canal de llegada = 0.45 m área = 0.16 m²
 Diámetro canal de salida = 0.30 m área = 0.07 m²
 Canal de entrada = altura = 0.80 m área = 0.64 m²
 ancho = 0.80 m
 Canal de salida = altura = 0.40 m área = 0.16 m²
 ancho = 0.40 m
 Ventana de diseño = altura = 0.60 m área = 0.36 m²
 largo = 0.60 m
 Altura de la cresta del vertedero (Z) = 0.12 m



ANEXO 6. Diseño de la Fosa septica:

DISEÑO DE FOSA SÉPTICA

la población de diseño es:

Pf= 573 hab utilizando el método brasileño
DMF= 120 lts/hab/día

$$Q=80\% \times DMF \times Pf / 86400$$

$$Q= 0.63667 \text{ lt/seg} \quad Q= 55008 \text{ lt/día}$$

Especificaciones técnicas:

Altura útil= 2 m
lodos digeridos= 60 Lts/hab/periodo de limpieza
Periodo de limpieza= 2 años
periodo de retencion= 12 horas
V de la fosa septica=

$$V1=Q.Tr= 0.6367 \times 12 = \frac{7.64 \times 3600}{1000} = 27.504 \text{ m}^3$$

$$V2=LD.Pf = \frac{60 \times 573}{1000} = 34.38 \text{ m}^3/\text{periodo de limpieza}$$

$$Vt= 27.504 + 34.38 = 61.884 \text{ m}^3$$

Dimensiones:

h= 2.2 m

V=

$$a=(V/2h)^{1/2}= 3.75 = 3.75 \text{ m}$$

L=2a= 7.5 m

Altura libre= 0

h total= 2.5 m

como L>2 m entonces se construye 2 camaras

Lt= 7.5 m

L segunda camara= $\frac{8}{3} = 2.50 = 2.50 \text{ m}$

tapa: 1 x 1

Diseño de pantallas

Pantalla # 1

$$\text{Pant. 1} = \frac{2}{3} \text{ altura util} = \frac{2 \times 2.2}{3} = 1.5 \text{ m}$$

Pantalla # 2

Pant. 2=0,50 m valor adoptado= 0.5 m

Pantalla # 3

Pant. 3=0,50 m valor adoptado= 0.5 m

Pantalla # 4

Pantalla # 4>pantalla # 3 valor adoptado= 1 m

Pantalla # 5

Pantalla # 5>0,60m valor adoptado= 1 m

ancho de pantallas= 0.10 m

Volumen que ocupan las pantallas

Vp= 1.450 m³

Volumen total= 61.884 + 1.450 = 63.334 m³

ancho= 3.75 m

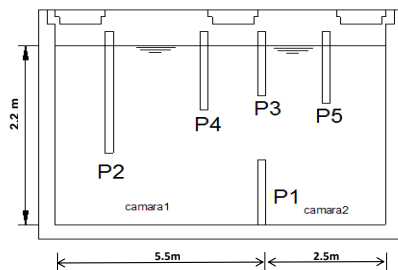
h util= 2.2 m

$$L = \frac{V}{a \times h} = 7.7 \text{ m}$$

L diseño = 8.00 m

DIMENSIONES DE DISEÑO :

Ancho =	4.00 m
Largo =	8.00 m
Altura útil =	2.20 m
Altura de seguridad =	0.30 m
Altura total =	2.50 m





INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CODIGO: F01-PG19

INFORME No.	OA-17-306	Fecha de Emisión del Informe:	2017-09-28	Revisión 02	
CLIENTE:	Freddy Buñay		RUC:	0302727631	
DIRECCION:	Honorato Vazquez		TELEFONOS:	0984676891	
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA		
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Río San Antonio				
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	CC: 17-306		IHTALAB ()	CLIENTE (X)	OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2017-09-18	Hora recolección:	7:00:00	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida	
Fecha de Recepción de muestras:	2017-09-18	Hora recepción:	9:30:00		
Fecha de Inicio de Ensayos:	2017-09-18	Fecha Fin de Ensayos:	2017-09-25		

RESULTADOS ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 17-306-01	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Coliformes Fecales	APHA 9223 B / PE - 04	NMP/100ml	1600	2000	> 1,1 NMP /100 ml
	Coliformes Totales	APHA 9223 B / PE - 05	NMP/100ml	> 1600	N/A	> 1,1 NMP /100 ml
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	6	100	0 - 400 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	10	200	20 - 1500 mg/l
	Potencial de Hidrógeno (pH)	APHA 4500 H+B / PE - 16	unidades de pH	7,801	6 a 9	4 a 10 unid. de pH
	Sólidos sedimentables	APHA 2540 F / PE - 18	ml/l	0,3	N/A	0 - 1000 ml/l
	Sólidos suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	26	130	0 - 300 mg/l
	Sólidos totales	APHA 2540 D / PE - 19	mg/l	200	1600	0 - 2000 mg/l

NOTAS:

AA (Acreditaciones)	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados contra los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE . Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador
2: Los resultados fueron suministrados por el Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA., acreditado por el SAE, con Certificado de Acreditación No. OAE LEC 13-006	
3: Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



Azogues, jueves 28 de Septiembre de 2017





INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CODIGO: F01-PG19

INFORME No.	OA-17-305	Fecha de Emisión del Informe:	2017-09-28	Revisión 02	
CLIENTE:	Freddy Buñay			RUC:	0302727631
DIRECCION:	Honorato Vazquez			TELEFONOS:	0984676891
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Descarga				
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	CC: 17-305			IHTALAB ()	CLIENTE (X)
Fecha de Recolección de muestras:	2017-09-18	Hora recolección:	7:00:00	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida	
Fecha de Recepción de muestras:	2017-09-18	Hora recepción:	9:30:00		
Fecha de inicio de Ensayos:	2017-09-18	Fecha Fin de Ensayos:	2017-09-25		

RESULTADOS ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 17-305-01	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Coliformes Fecales	APHA 9223 B / PE - 04	NMP/100ml	> 1600	2000	> 1,1 NMP /100 ml
	Coliformes Totales	APHA 9223 B / PE - 05	NMP/100ml	> 1600	N/A	> 1,1 NMP /100 ml
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	180	100	0 - 400 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	389	200	20 - 1500 mg/l
	Potencial de Hidrógeno (pH)	APHA 4500 H+B / PE - 16	unidades de pH	7,75	6 a 9	4 a 10 unid. de pH
	Sólidos sedimentables	APHA 2540 F / PE - 18	ml/l	4,1	N/A	0 - 1000 ml/l
	Sólidos suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	60	130	0 - 300 mg/l
	Sólidos totales	APHA 2540 D / PE - 19	mg/l	232	1600	0 - 2000 mg/l

NOTAS:

AA (Acreditaciones)	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados contra los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE . Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador
2: Los resultados fueron suministrados por el Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA., acreditado por el SAE, con Certificado de Acreditación No. OAE LEC 13-006	
3: Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:

IHTA
Ingeniería Hidráulica Tratamiento de Agua

Azogues, viernes 28 de Julio de 2017



ANEXO 8. Registro fotográfico



Estado actual de la descarga



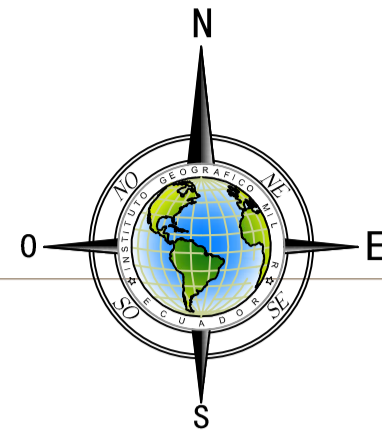
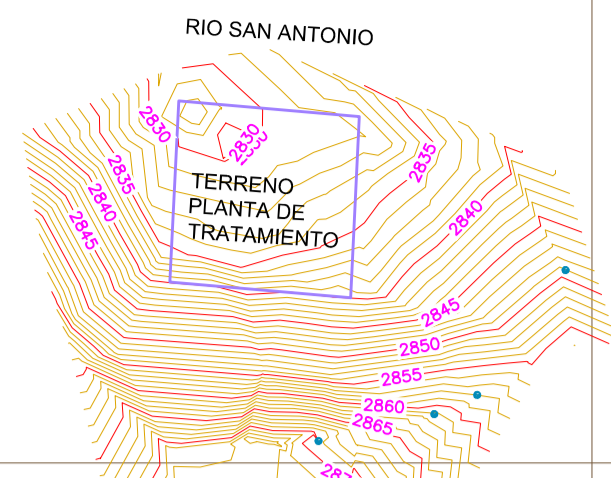
Toma de la muestra de suelo y ensayo de laboratorio



Estado actual de los pozos de inspeccion

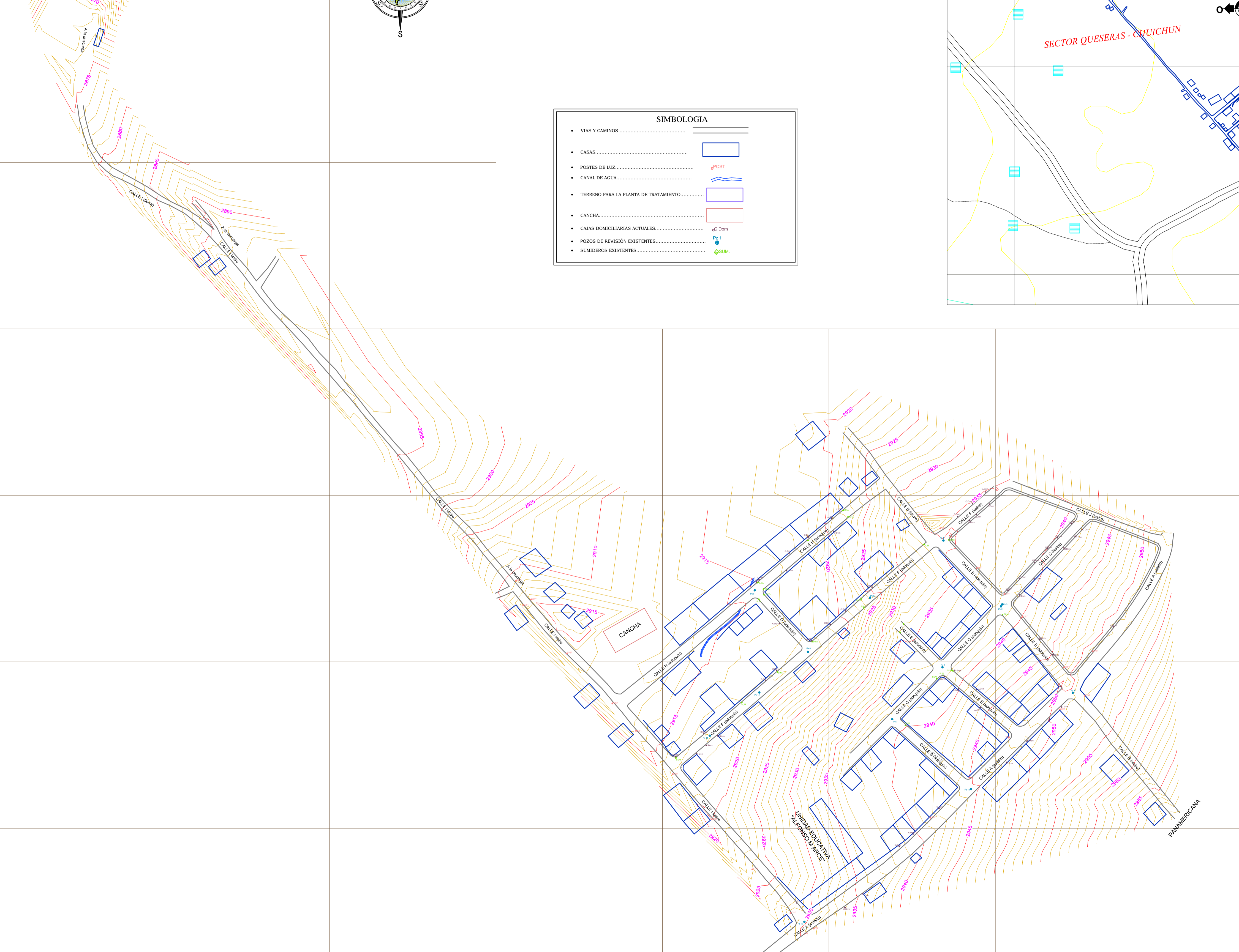
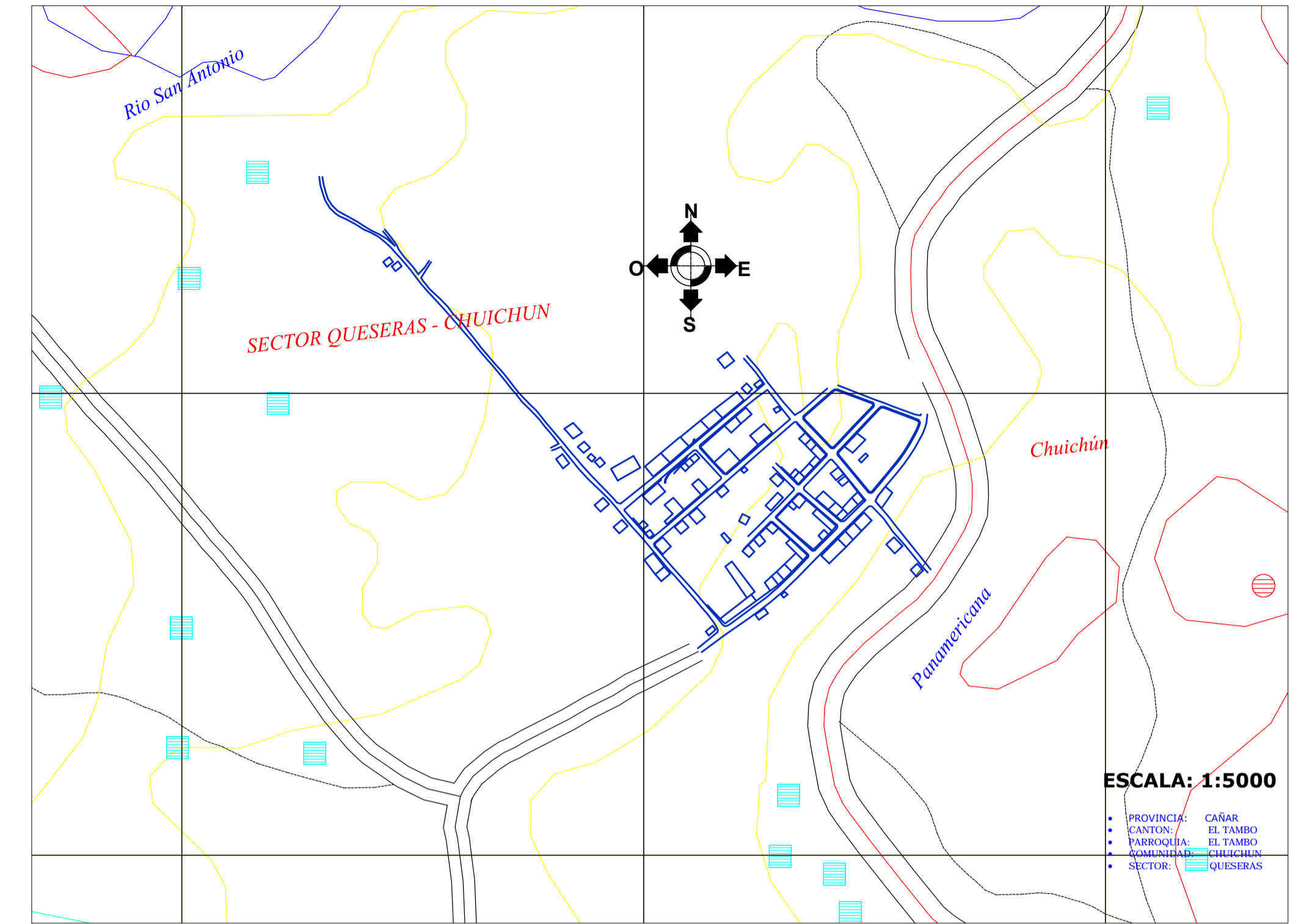


Toma de muestras para el analisis de la calidad del agua de la descarga actual y del rio San Antonio



SIMBOLOGIA	
VIAS Y CAMINOS	
CASAS	
POSTES DE LUZ	
CANAL DE AGUA	
TERRENO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO	
CANCHA	
CAJAS DOMICILIARIAS ACTUALES	
POZOS DE REVISIÓN EXISTENTES	
SUMIDEROS EXISTENTES	

UBICACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO

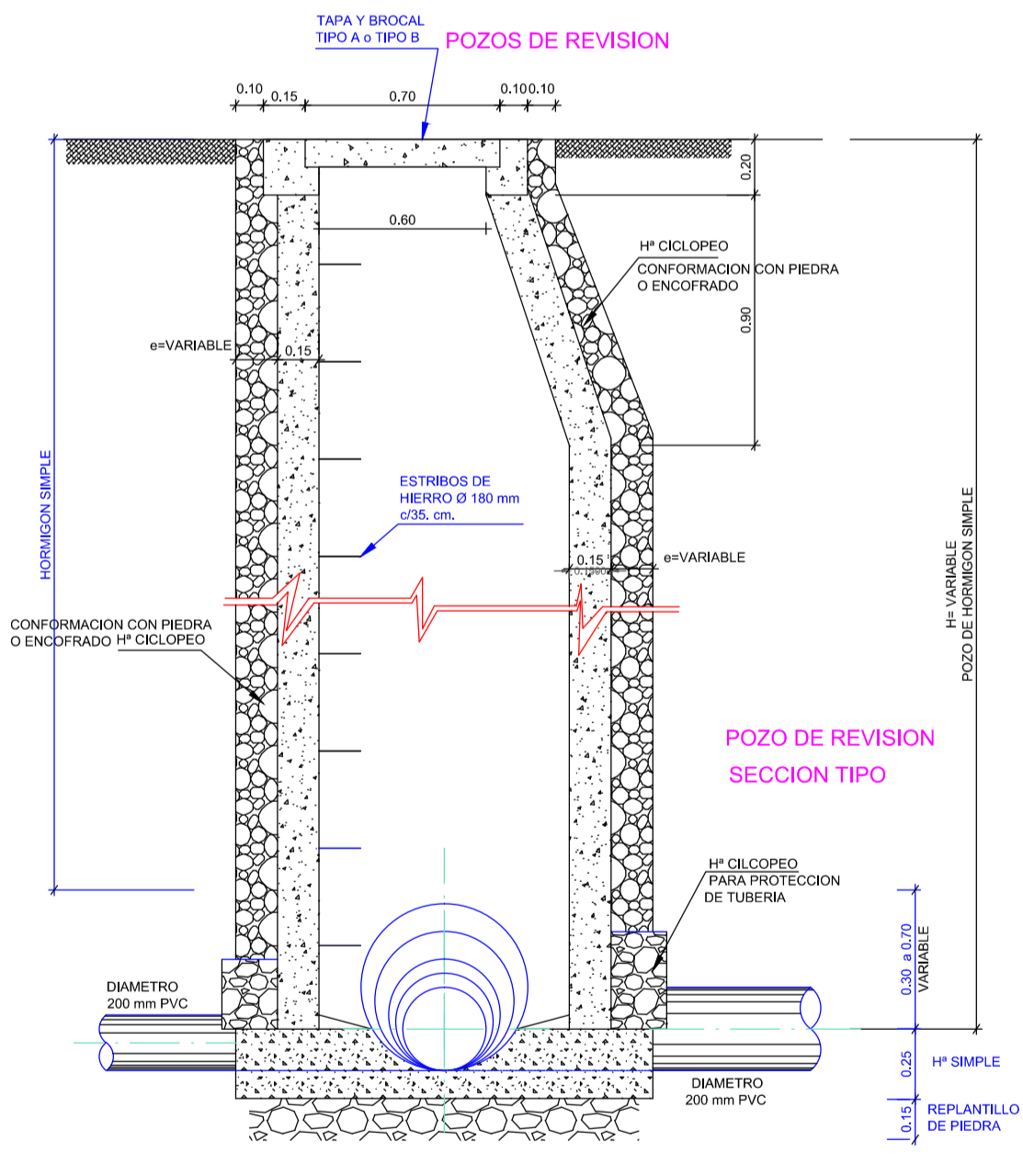
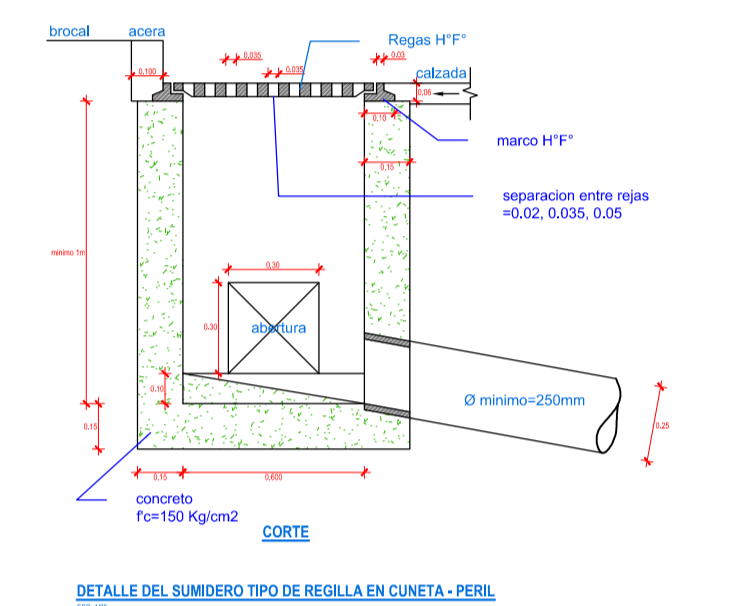
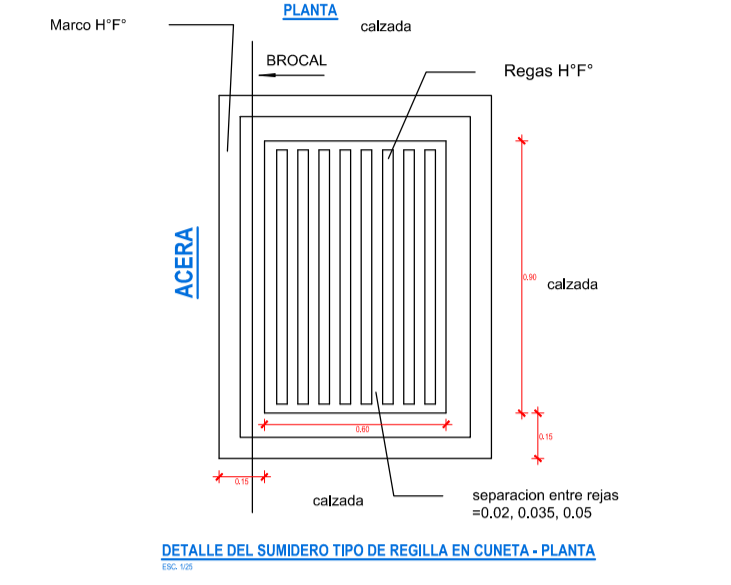
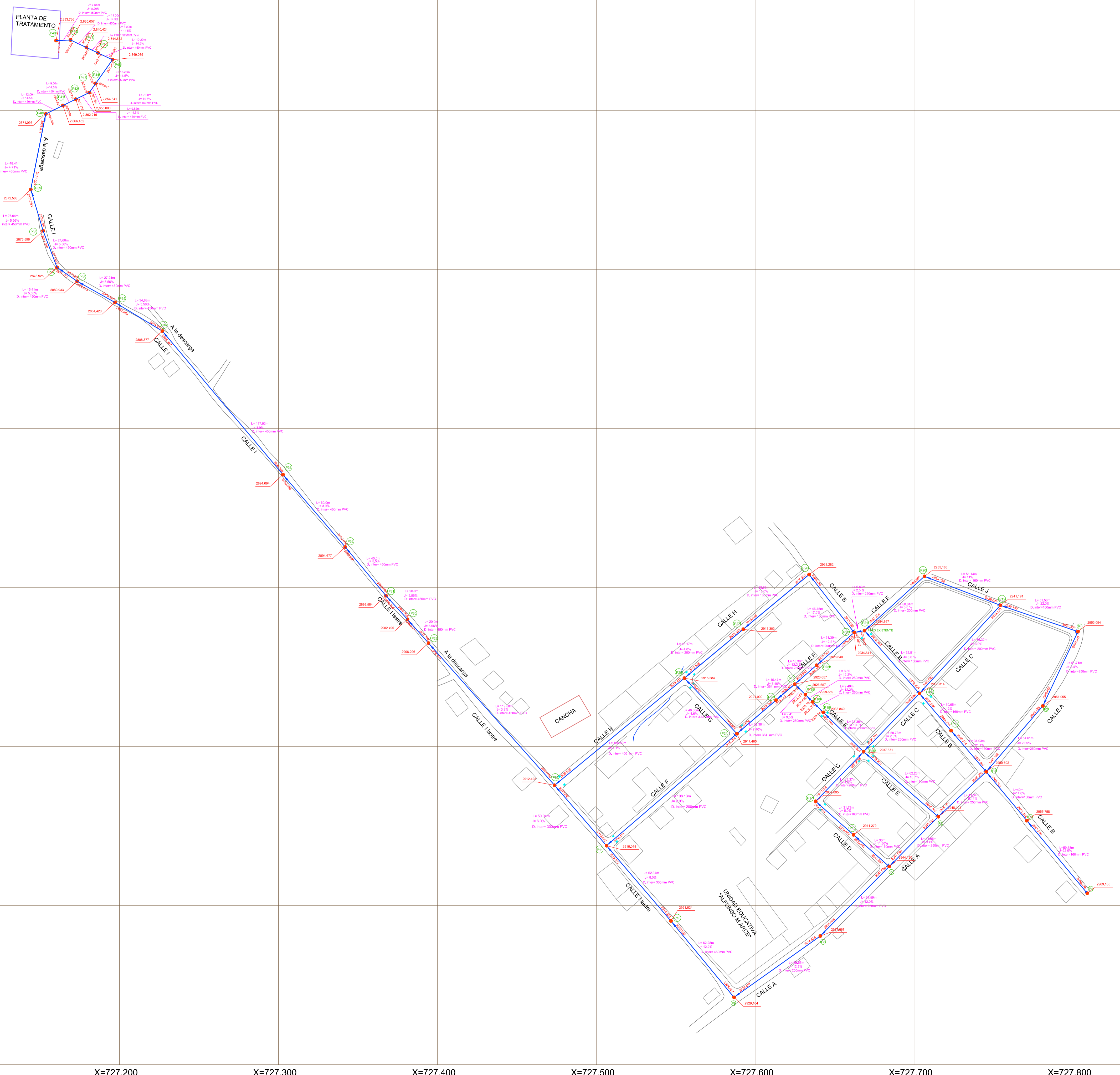
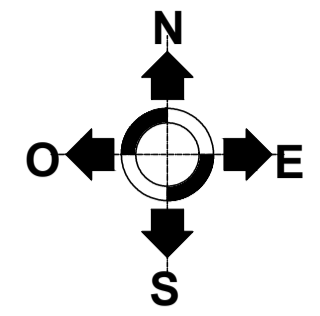


Proyecto: ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS	
Escala: 1:1250 Indicadas	Dibujo & Dibujo: Edison Freddy Buñay Yusti Revisó: Ing. Fausto Quevedo Aprobó: Ing. Ricardo Romero
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES	D.O.P. CAD EL TAMBO
Contenido de Lámina: TOPOGRAFÍA DEL SECTOR POZOS DE REVISIÓN CATASTRADOS	Fecha: Febrero - 2018 Lámina: 1 / 8

Y=9,724,800
Y=9,724,700
Y=9,724,600
Y=9,724,500
Y=9,724,400
Y=9,724,300
Y=9,724,200

X=727,000 X=727,100 X=727,200 X=727,300 X=727,400 X=727,500 X=727,600 X=727,700 X=727,800

X=727,900
Y=9,724,400



Proyecto: ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS	
Escala: 1:1250	Dibujo & Dibujo: Edison Freidy Bulfay Yagui
Indicadas	Reviso: Ing. Fausto Quededo
	Aprobo: Ing. Ricardo Romero
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES	
D.O.P GAD EL TAMBO	
Contenido de Lámina: - DISEÑO EN PLANTA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO	Fecha: Febrero - 2018
	Lámina: 2 / 8

Y=9,724,800

Y=9,724,700

Y=9,724,600

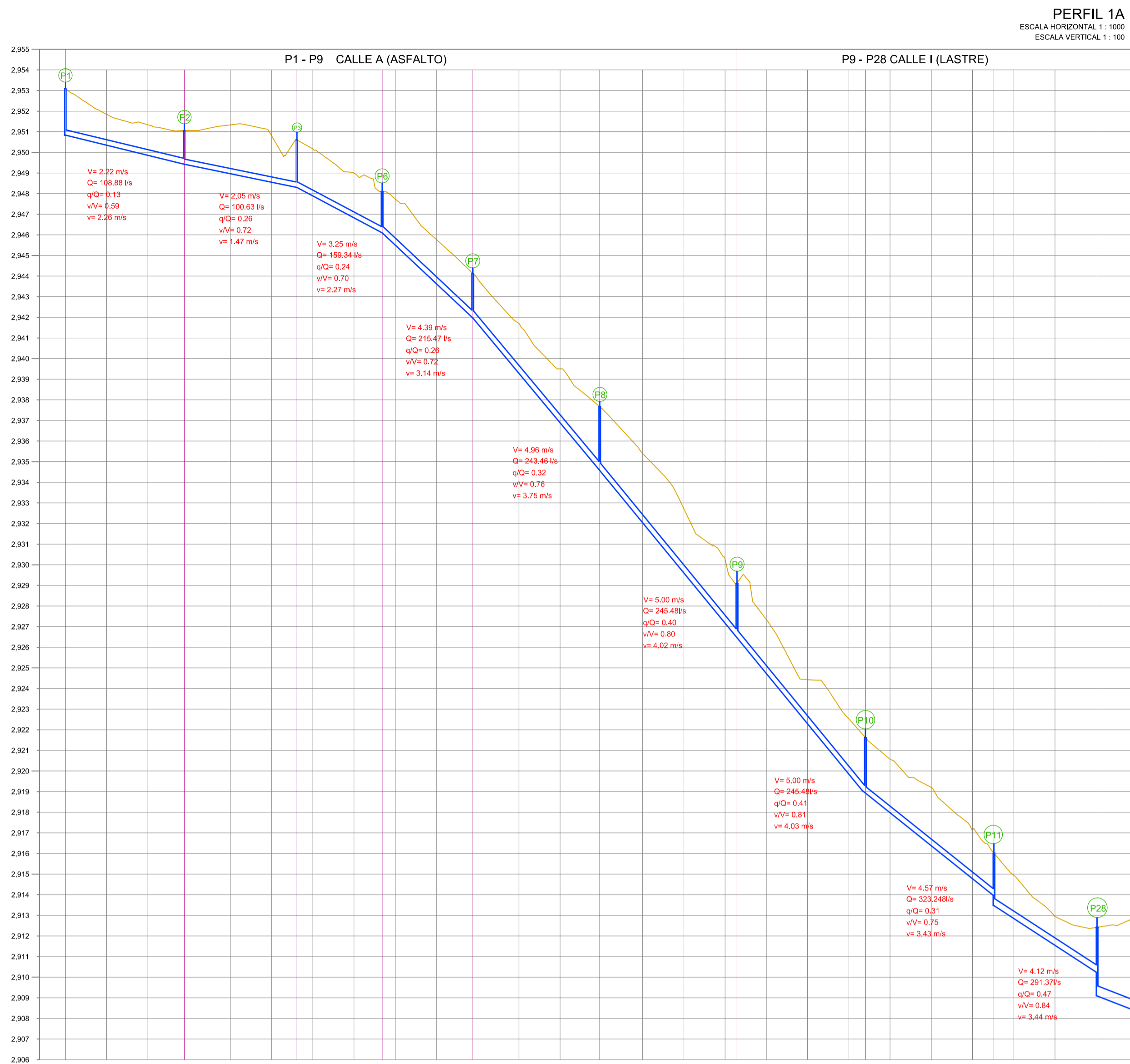
Y=9,724,500

Y=9,724,400

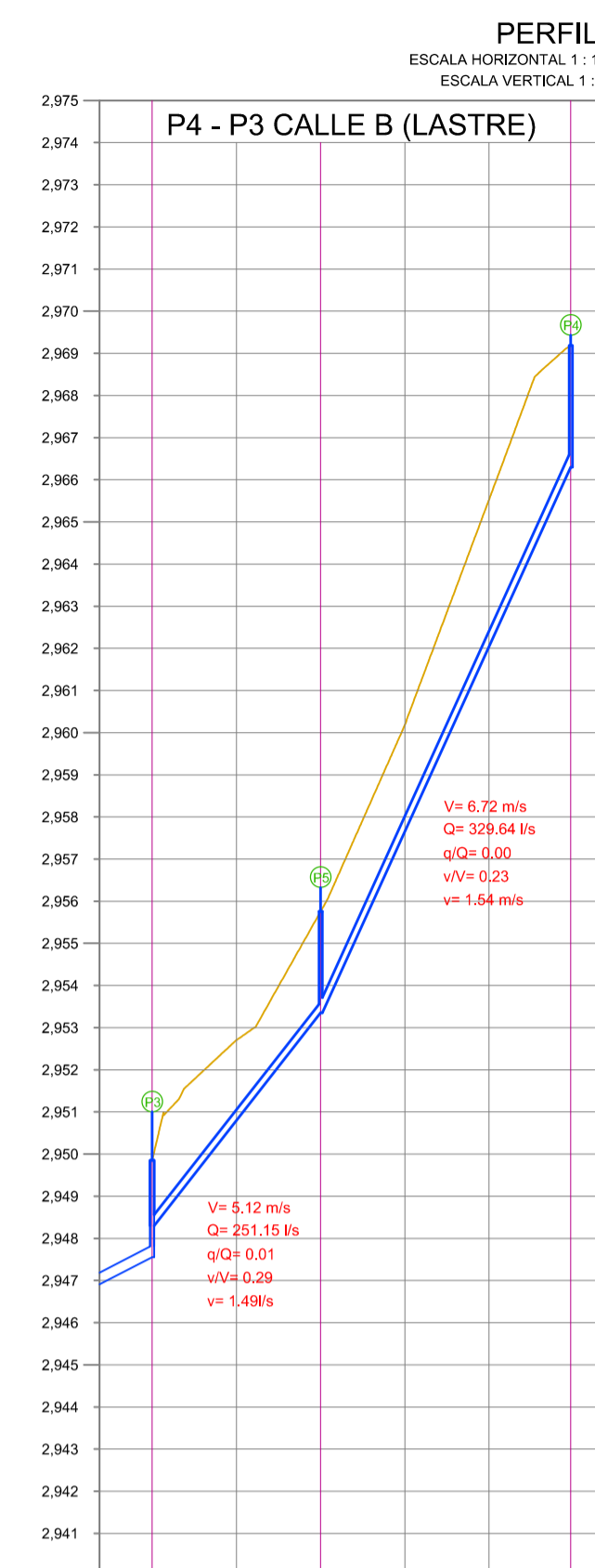
Y=9,724,300

Y=9,724,200

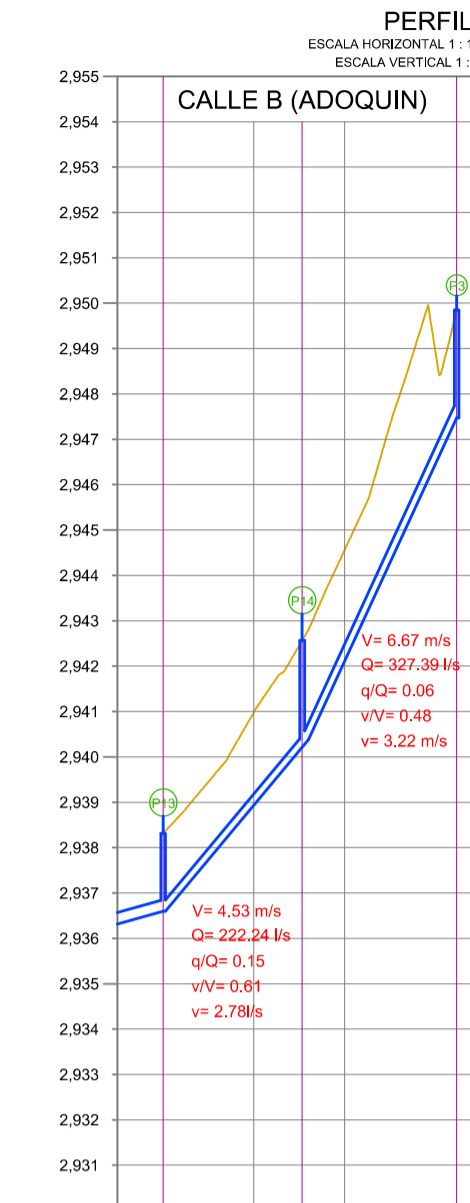
X=727,000 X=727,100 X=727,200 X=727,300 X=727,400 X=727,500 X=727,600 X=727,700 X=727,800



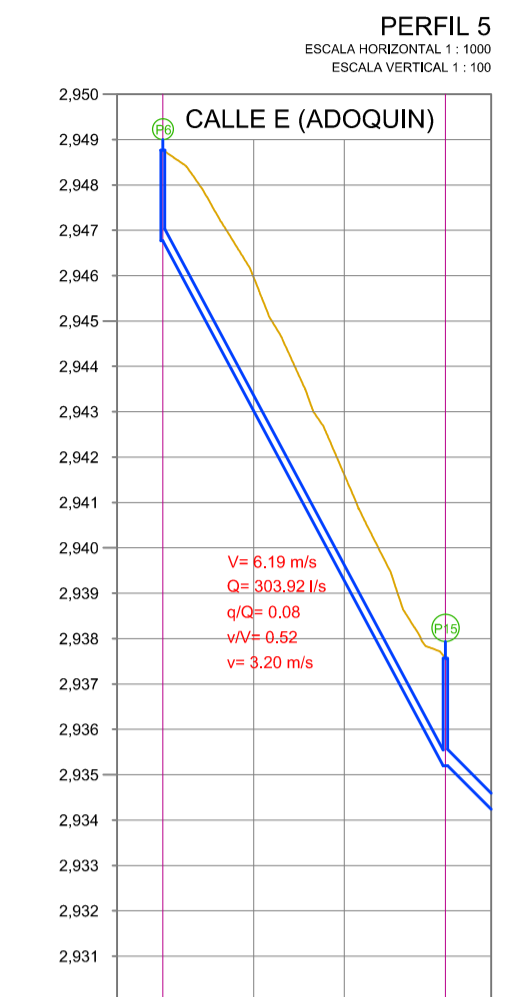
Diametro (mm)		D. Inter=250mm PVC	D. Inter=250mm PVC
Pendiente (%)		J=12.77%	J=22.0%
Longitud (m)		L=40m	L=59.38m
CORTE (m)		2.300	2.409
C O T A	PROYECTO	2.948.302	2.955.349
	TERRENO	2.949.850	2.962.705
ABSCISA		0+000.00	0+059.37



Diametro (mm)		D. Inter=250mm PVC	D. Inter=250mm PVC
Pendiente (%)		J=12%	J=21.7%
Longitud (m)		L= 30.65m	L= 34.03m
CORTE		1.716	2.362
C O T A	PROYECTO	2.938.596	2.942.214
	TERRENO	2.940.985	2.944.581
ABSCISA		0+000.00	0+064.68

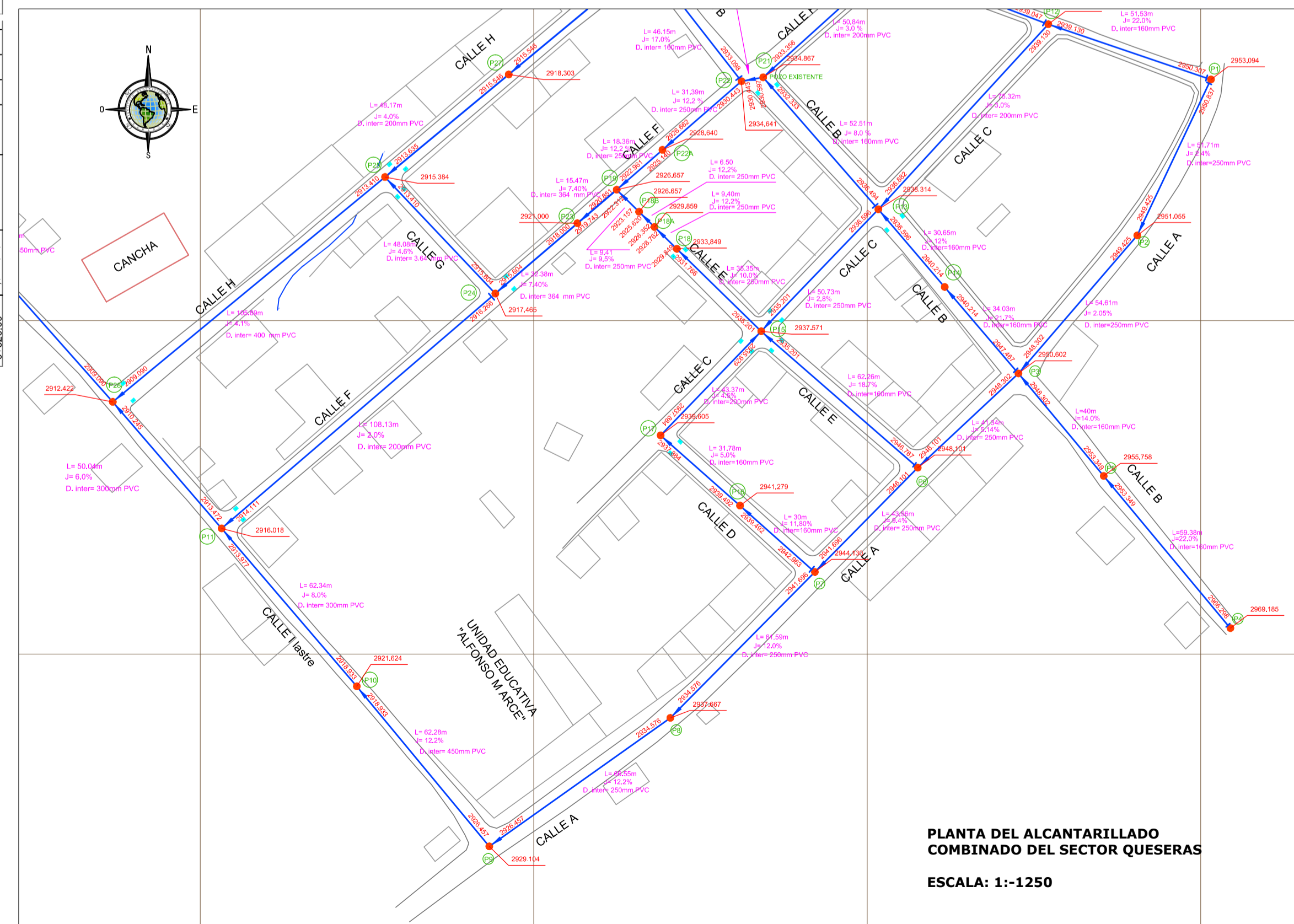


Diametro (mm)		250mm PVC	250mm PVC
Pendiente (%)		J= 12%	J= 21.7%
Longitud (m)		L= 30.65m	L= 34.03m
CORTE		1.716	2.362
C O T A	PROYECTO	2.938.596	2.942.214
	TERRENO	2.940.985	2.944.581
ABSCISA		0+000.00	0+064.68



Diametro (mm)		250mm PVC
Pendiente (%)		J= 18.7%
Longitud (m)		L= 62.26m
CORTE		2.000
C O T A	PROYECTO	2.946.767
	TERRENO	2.946.984
ABSCISA		0+000.00

Diametro (mm)		250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	300mm PVC	300mm PVC
Pendiente (%)		J= 2.4%	J= 2.05%	J= 5.14%	J= 9.4%	J= 12.0%	J= 12.2%	J= 12.2%	J= 8.0%	J= 6.0%
Longitud (m)		L= 51.71m	L= 54.61m	L= 41.34m	L= 43.96m	L= 61.59m	L= 66.55m	L= 62.28m	L= 62.34m	L= 50.04m
CORTE		2.257	1.630	2.300	2.000	3.091	2.647	2.692	2.546	3.330
C O T A	PROYECTO	2.950.837	2.945.425	2.948.302	2.946.101	2.934.576	2.936.457	2.938.033	2.931.472	2.930.090
	TERRENO	2.953.094	2.951.342	2.950.002	2.948.101	2.947.746	2.946.571	2.945.430	2.944.279	2.943.128
ABSCISA		0+000.00	0+057.71	0+100.00	0+112.32	0+140.00	0+180.00	0+220.00	0+280.00	0+330.00



Proyecto: ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS

Escala: 1:1250

Indicadas: Dibujo & Dibujo: Edison Frey-Buñay Yusti
Revisó: Ing. Fausto Quevedo
Aprobó: Ing. Ricardo Romero

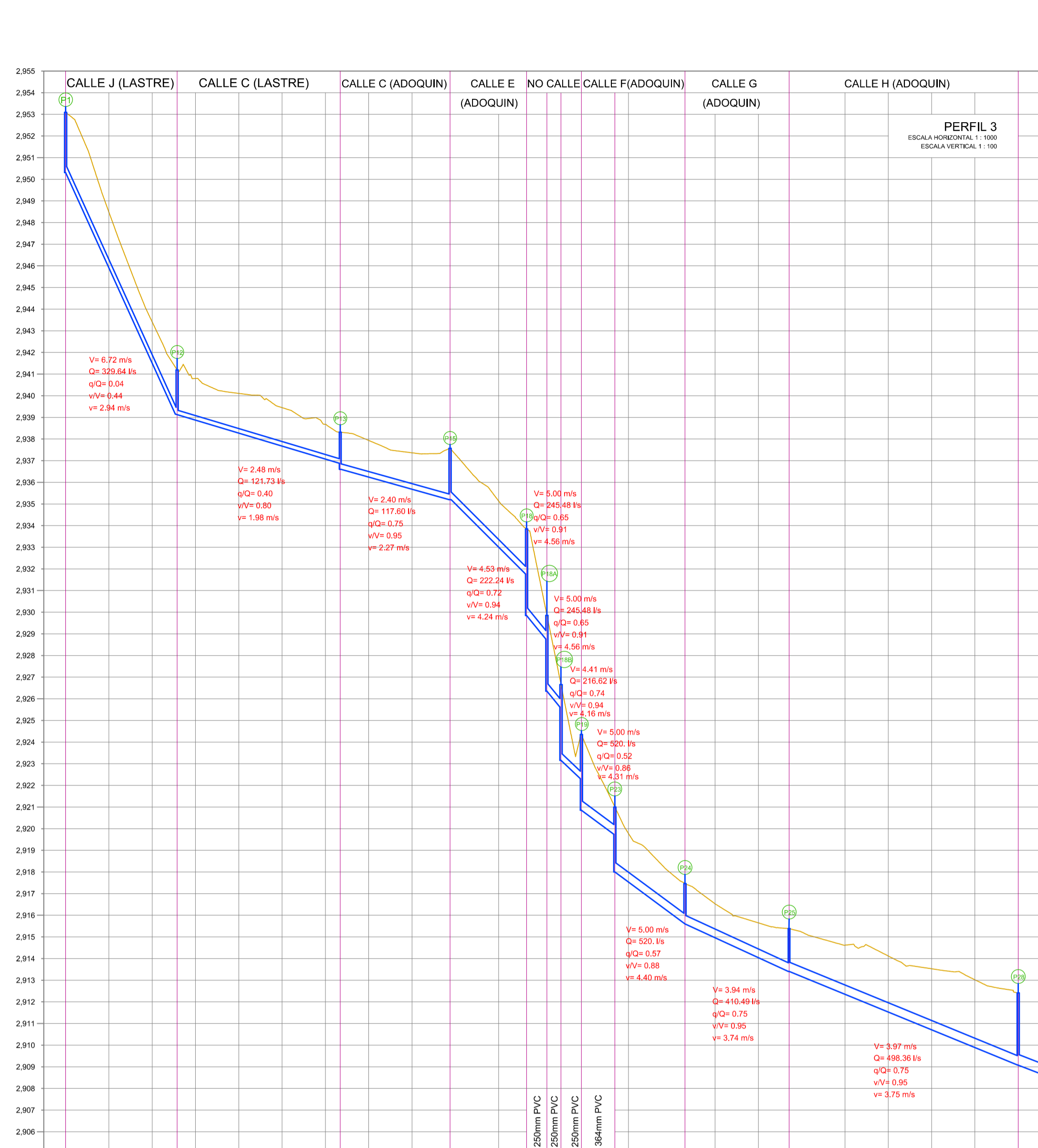
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

D.O.P. GAD EL TAMBO

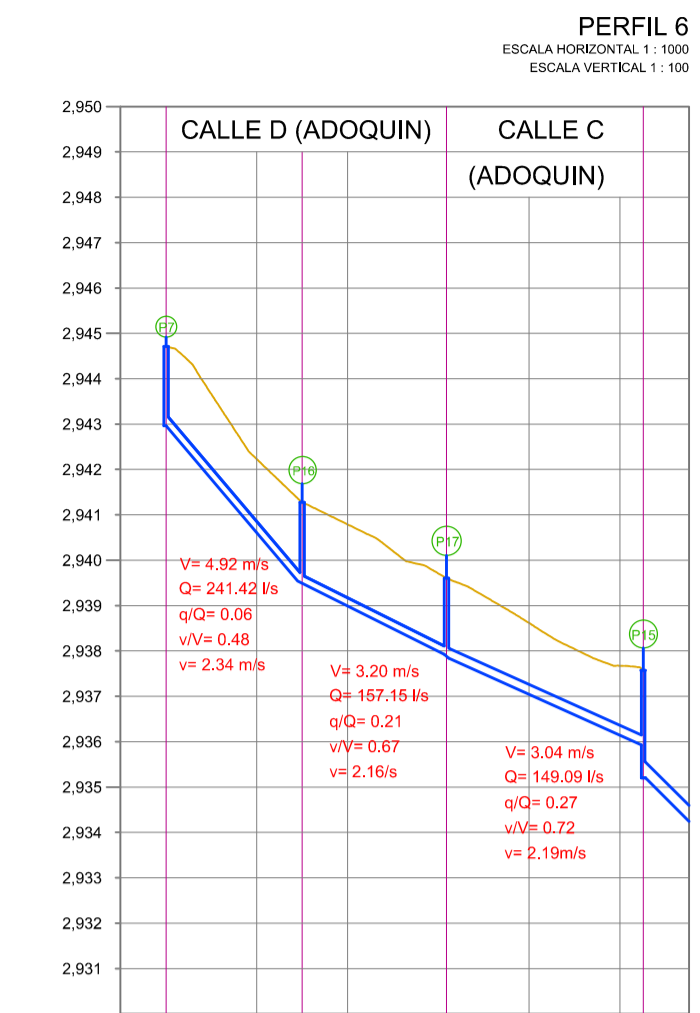
Fecha: Febrero - 2018

Contenido de Lámina: PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO

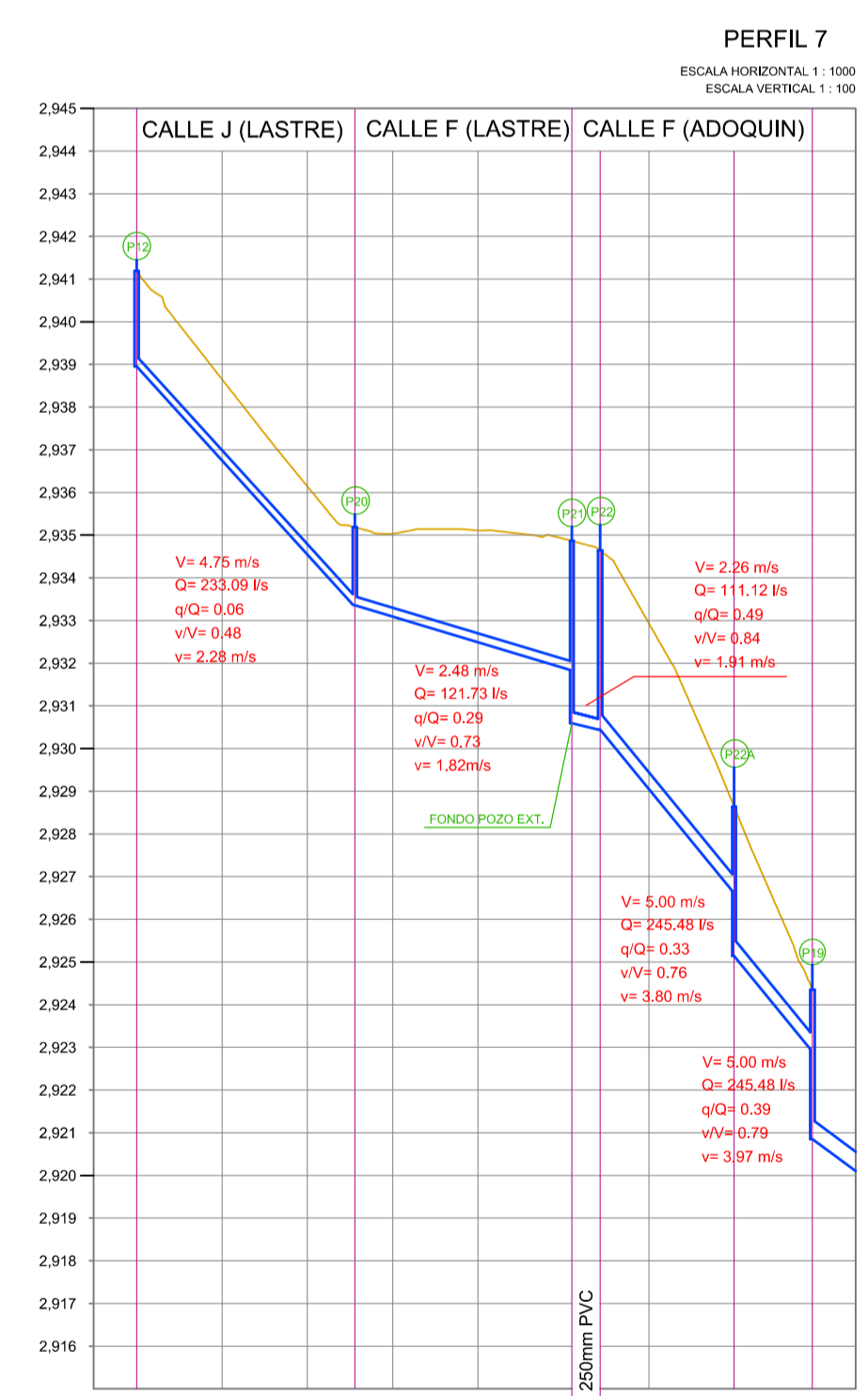
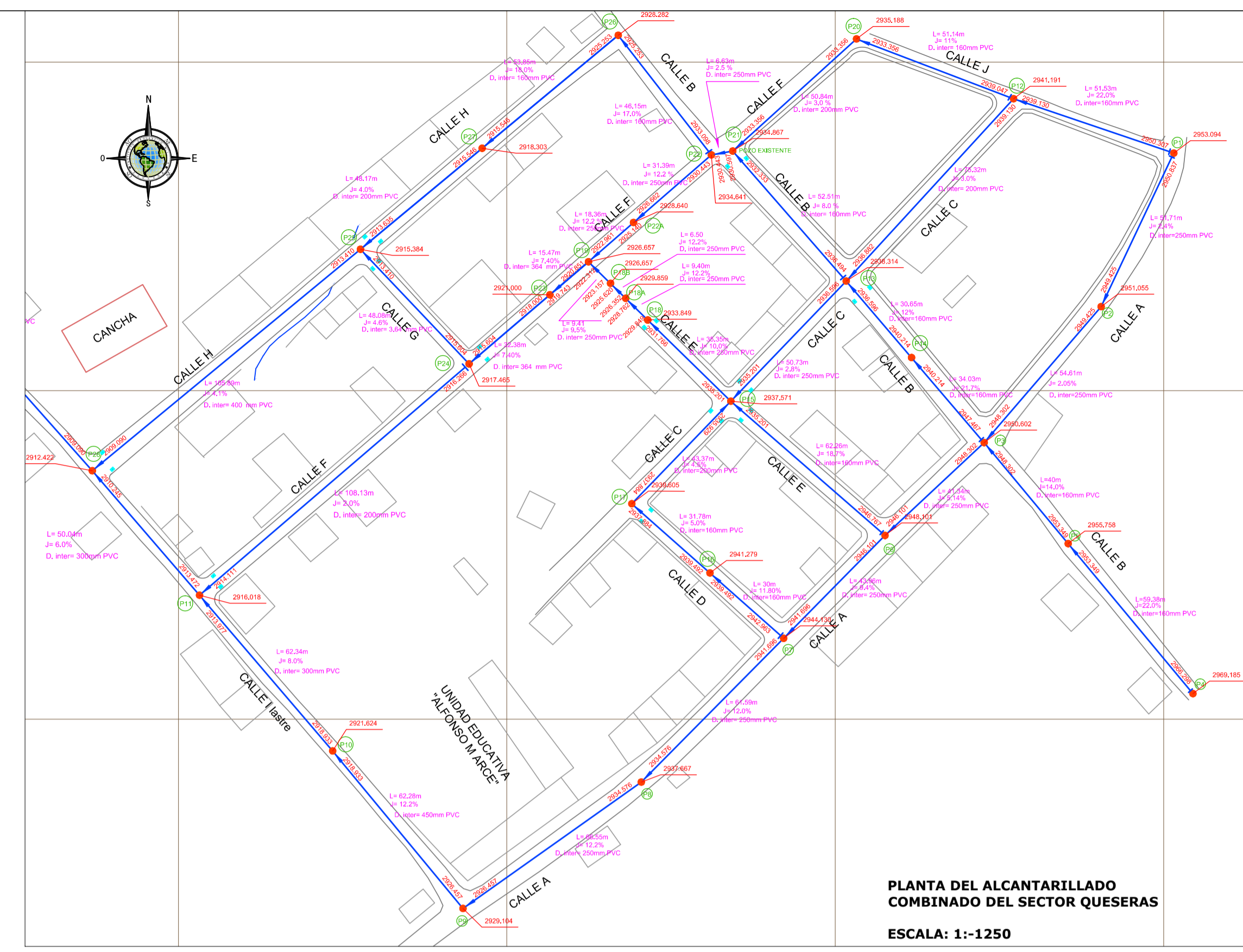
Lámina: 3 / 8



Diametro (mm)		250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	364 mm PVC	364 mm PVC	400 mm PVC
Pendiente (%)		J= 22.0%	J= 3.0%	J= 2.8%	J= 10.0%	J= 12.2%	J= 7.40%	J= 4.6%	J= 4.1%
Longitud (m)		L= 51.53m	L= 75.32m	L= 50.73m	L= 35.35m	L= 9.40m	L= 32.38m	L= 48.08m	L= 105.89m
CORTE		2.797				4.000			
C O T A	PROYECTO	2.950.307				4.000			
	TERRENO	2.953.094	2.948.481	2.943.408	2.941.191	2.937.157	2.934.352	2.930.851	2.926.850
ABSCISA		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+051.53	0+090.00	0+100.00	0+117.58	0+200.00



Diametro (mm)		250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC
Pendiente (%)		J= 11.80%	J= 5.0%	J= 4.5%
Longitud (m)		L= 30m	L= 31.78m	L= 43.37m
CORTE		1.747		
C O T A	PROYECTO	2.942.863		
	TERRENO	2.944.710	2.942.226	2.939.492
ABSCISA		0+000.00	0+100.00	0+105.14



Diametro (mm)		250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC
Pendiente (%)		J= 11%	J= 3.0%	J= 12.2%	J= 12.2%
Longitud (m)		L= 51.14m	L= 50.84m	L= 6.63m	L= 31.39m
CORTE		2.228		4.270	3.500
C O T A	PROYECTO	2.939.047		4.197	
	TERRENO	2.941.191	2.938.650	2.936.141	2.934.841
ABSCISA		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+108.61

Proyecto: ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS

Escala: 1:1250

Indicadas:

Dibujo & Dibujo: Edison Freddy Buñay Yagui
 Reviso: Ing. Fausto Quevedo
 Aprobó: Ing. Ricardo Romero

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

D.O.P GAD EL TAMBO

Fecha: Febrero - 2018

Contenido de Lámina: PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO

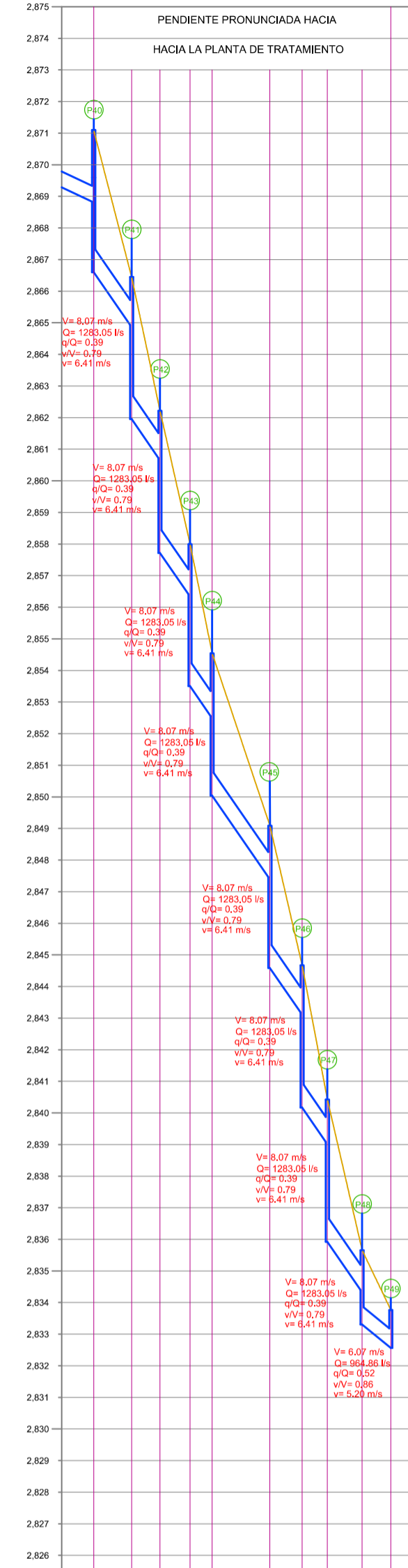
Lámina: 4 / 8

PERFIL 1B
ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
ESCALA VERTICAL: 1 : 100



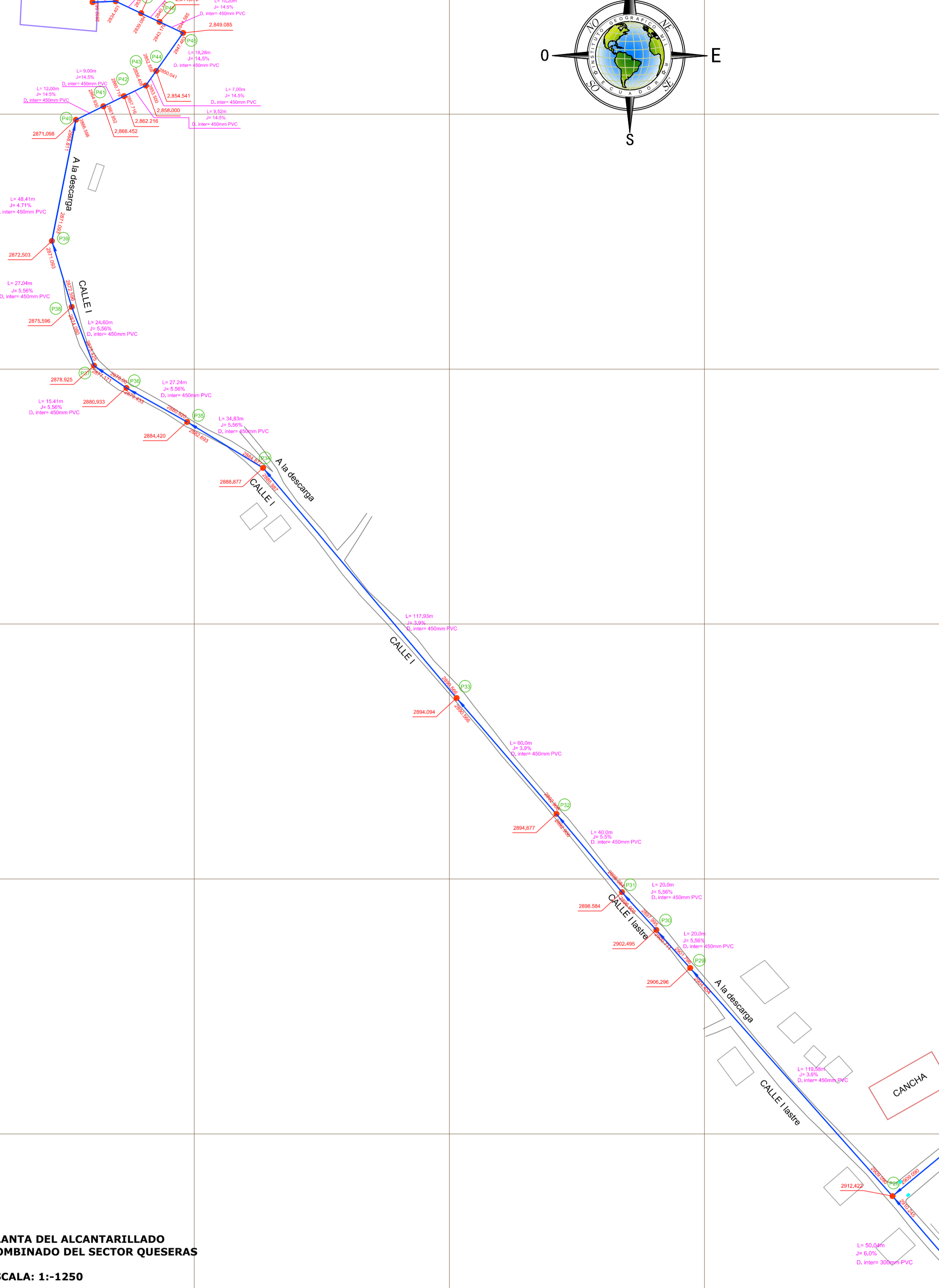
Diametro (mm)	450mm PVC	450mm	450mm	450mm PVC	450mm PVC	450mm PVC	450mm PVC	450mm PVC	450mm PVC	450mm PVC
Pendiente (%)	J= 3.9%	J= 5.56%	J= 5.56%	J= 5.5%	J= 3.9%	J= 3.9%	J= 5.56%	J= 5.56%	J= 5.56%	J= 4.71%
Longitud (m)	L= 119.58m	L= 20.0m	L= 20.0m	L= 40.0m	L= 60.0m	L= 117.93m	L= 34.83m	L= 27.24m	L= 15.41m	L= 24.60m
CORTE		4.500	4.500	3.500	1.771	3.528				
C O T A	PROYECTO		2.901.796	2.897.995	2.895.054	2.892.306	2.884.677	2.880.596	2.878.000	2.875.425
	TERRENO	2.012.843	2.013.738	2.013.882	2.012.321	2.009.262	2.005.296	2.001.894	1.994.463	1.984.289
ABSCISA	0+450.00	0+569.50	0+589.50	0+609.50	0+629.50	0+748.00	0+768.00	0+788.00	0+808.00	0+828.00

PERFIL 11
ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
ESCALA VERTICAL: 1 : 100



Diametro (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Pendiente (%)	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%	J= 14.5%
Longitud (m)	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m	L= 10.0m
CORTE	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
C O T A	PROYECTO	2.866.598	2.861.952	2.857.716	2.853.500	2.849.304	2.845.128	2.841.000	2.836.924	2.832.908
	TERRENO	2.012.843	2.013.738	2.013.882	2.012.321	2.009.262	2.005.296	2.001.894	1.994.463	1.984.289
ABSCISA	0+000.00	0+010.00	0+020.00	0+030.00	0+040.00	0+050.00	0+060.00	0+070.00	0+080.00	0+090.00

PLANTA DE TRATAMIENTO



PLANTA DEL ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS
ESCALA: 1: -1250

Proyecto: ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS

Escala: 1:1250

Indicadas: Dibujo & Dibujo: Edison Frey Buñay Yupki
Reviso: Ing. Fausto Quevedo
Aprobo: Ing. Ricardo Romero

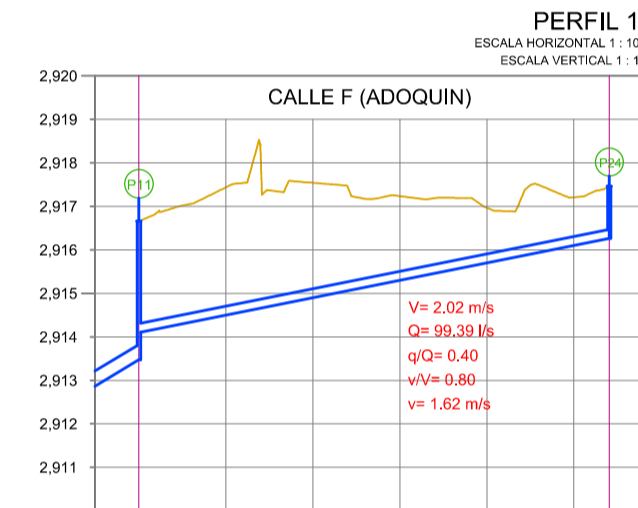
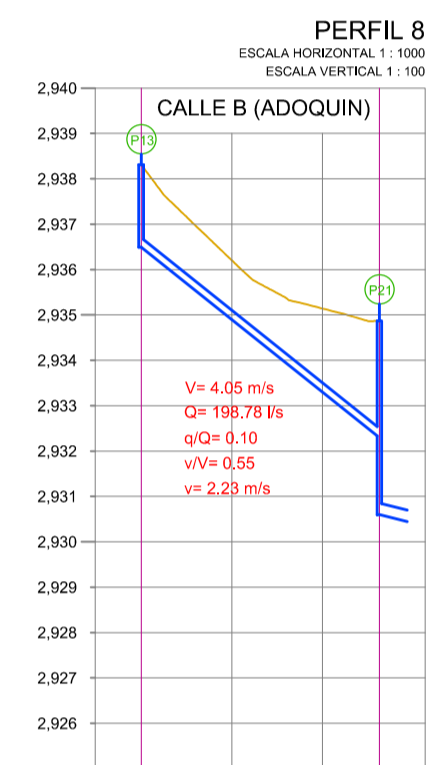
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

D.O.P GAD EL TAMBO

Fecha: Febrero - 2018

Contenido de Lámina: - PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO

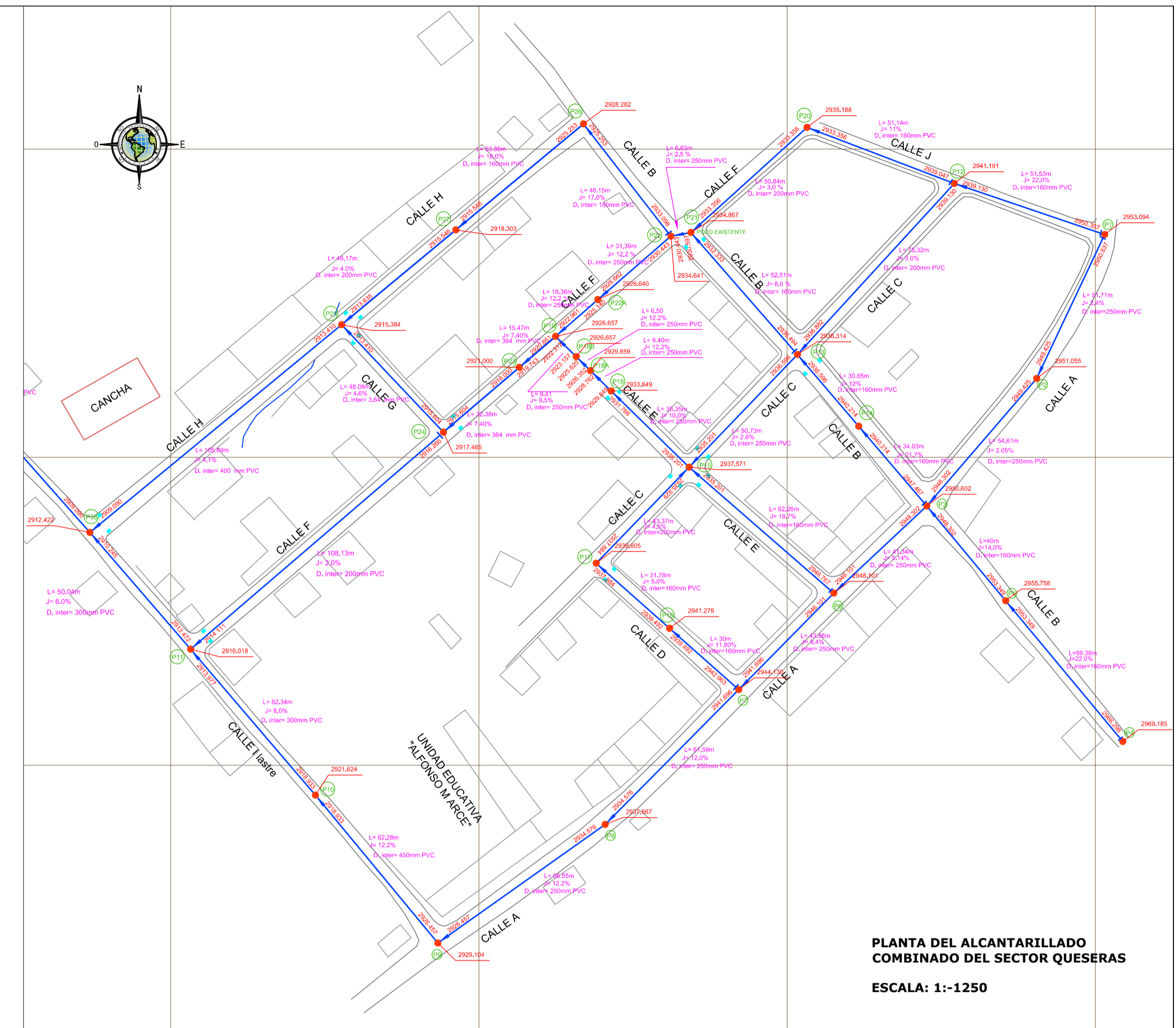
Lámina: 5 / 8



Diametro (mm)		250mm PVC	250mm PVC	250mm PVC
Pendiente (%)		J= 17.0%	J= 18.0%	J= 4.0%
Longitud (m)		L= 46.15m	L= 53.85m	L= 48.17m
CORTE		1.576	3.050	2.759
C O T A	PROYECTO	2,934.614	2,933.086	2,915.546
	TERRENO	2,929.207	2,925.253	2,915.532
ABSCISA		0+000.00	0+060.00	0+145.16

Diametro (mm)		D. inter= 250mm PVC	
Pendiente (%)		J= 8.0 %	
Longitud (m)		L= 62.51m	
CORTE		1.820	4.270
C O T A	PROYECTO	2,938.494	2,930.595
	TERRENO	2,936.202	2,935.141
ABSCISA		0+000.00	0+052.50

Diametro (mm)		D. inter= 200mm PVC	
Pendiente (%)		J= 2.0%	
Longitud (m)		L= 108.13m	
CORTE		3.185	1.205
C O T A	PROYECTO	2,913.472	2,916.286
	TERRENO	2,916.857	2,917.496
ABSCISA		0+000.00	0+108.13



Proyecto:
ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS

Escala: 1:1250

Indicadas

Dibujo & Dibujo: Edison Frey Bulay Yugi
Reviso: Ing. Fausto Quevedo
Aprobo: Ing. Ricardo Romero

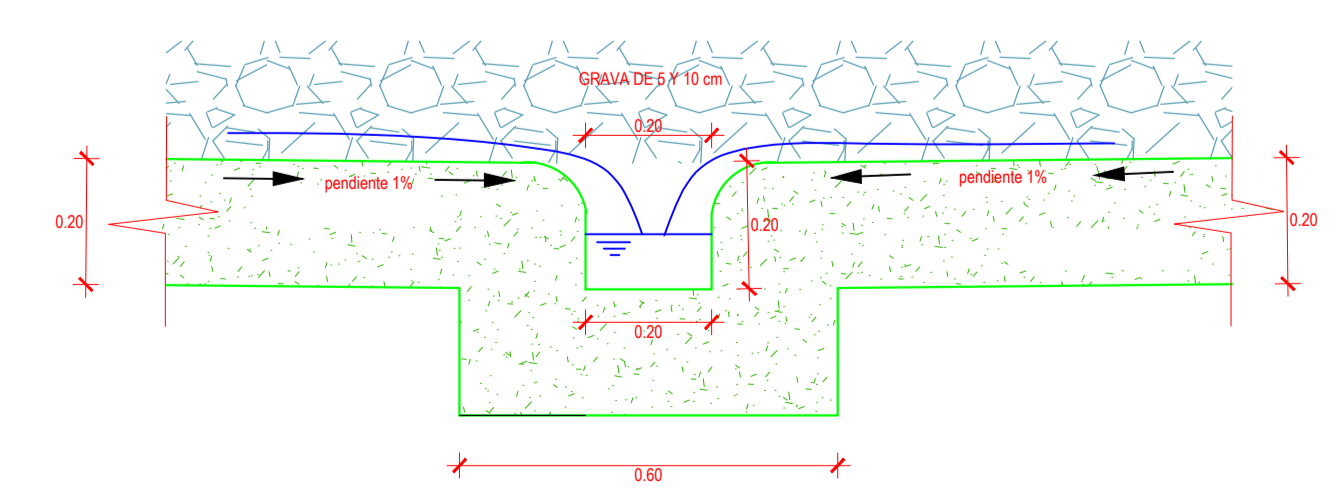
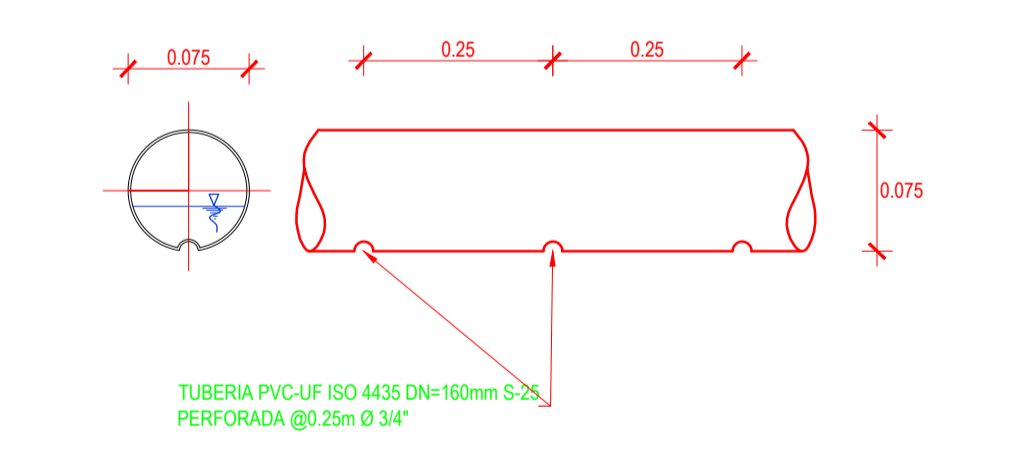
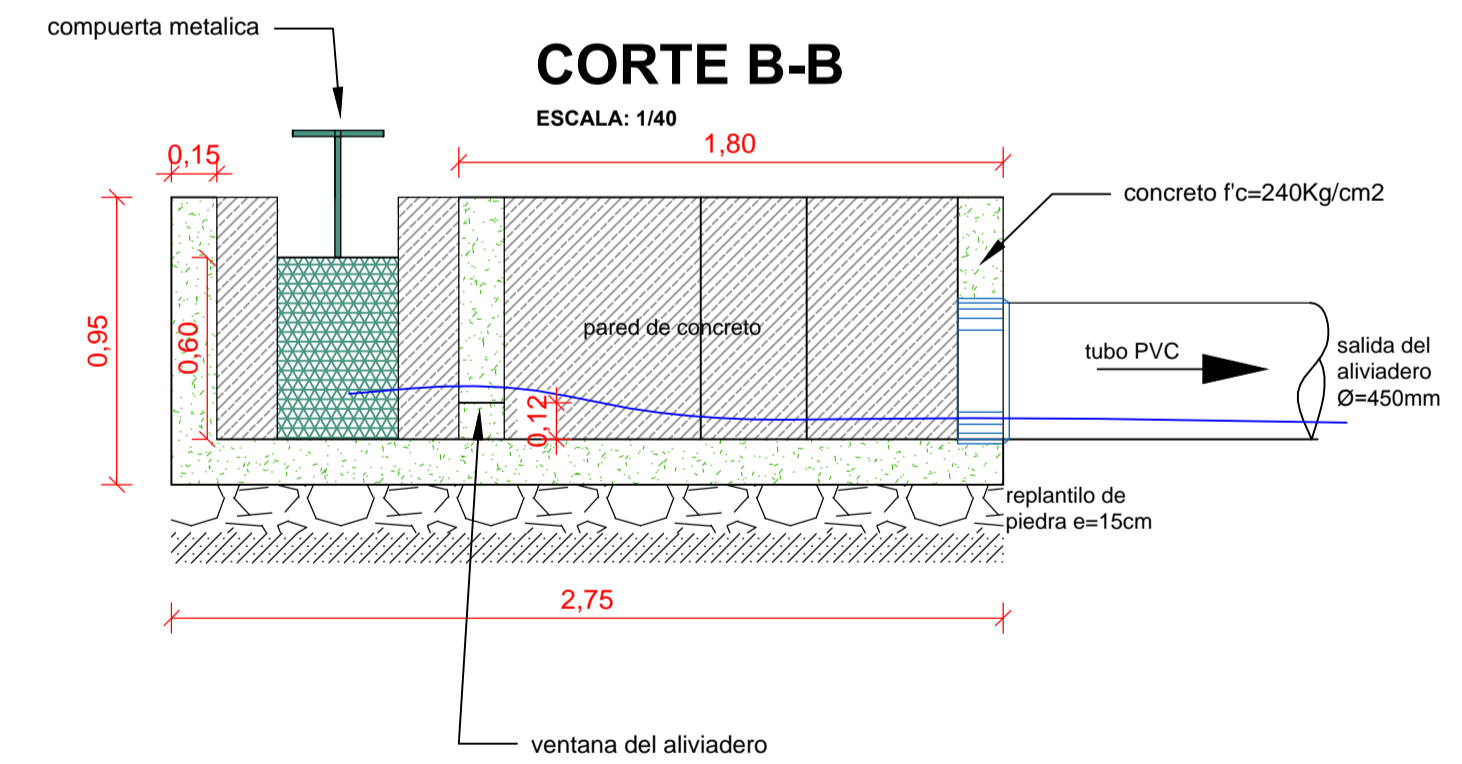
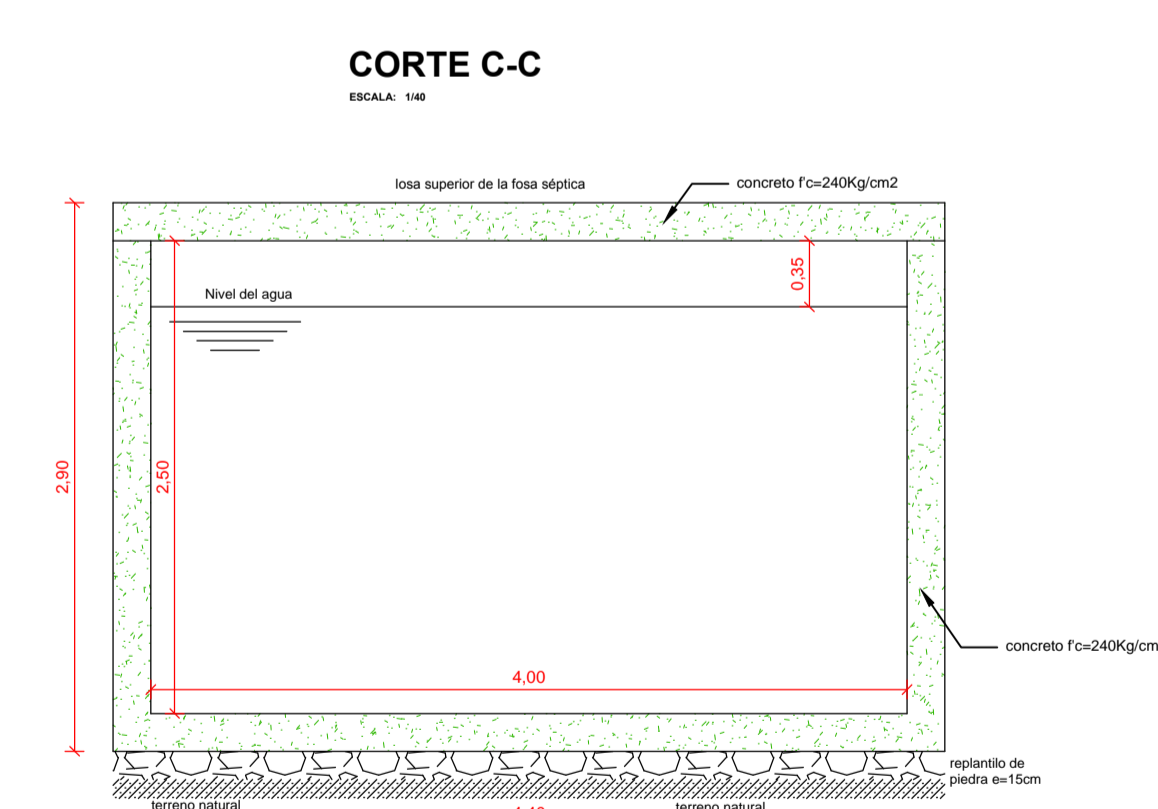
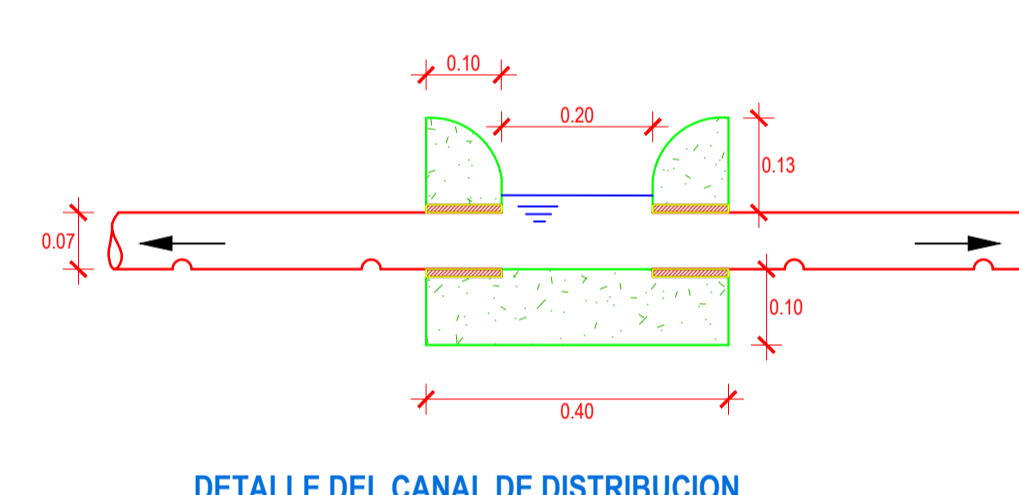
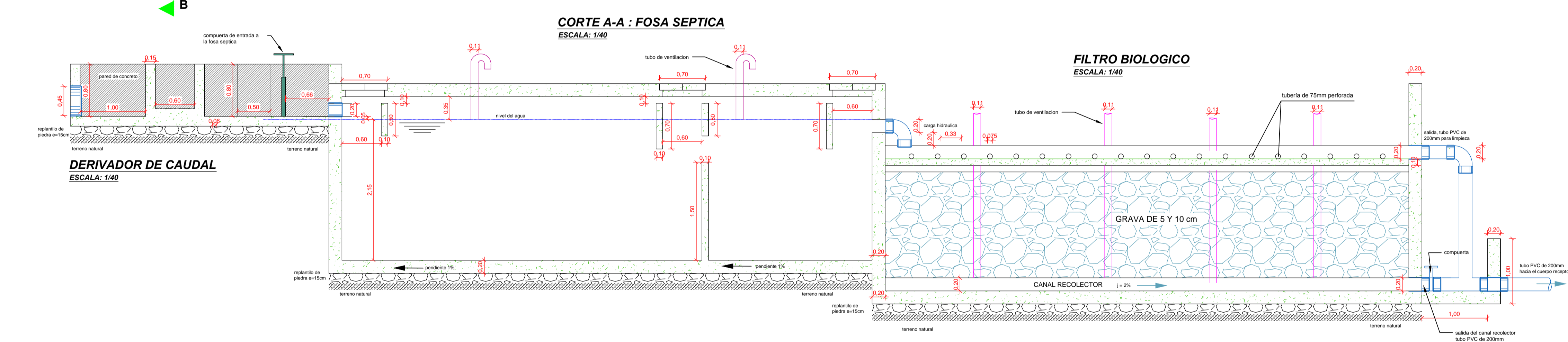
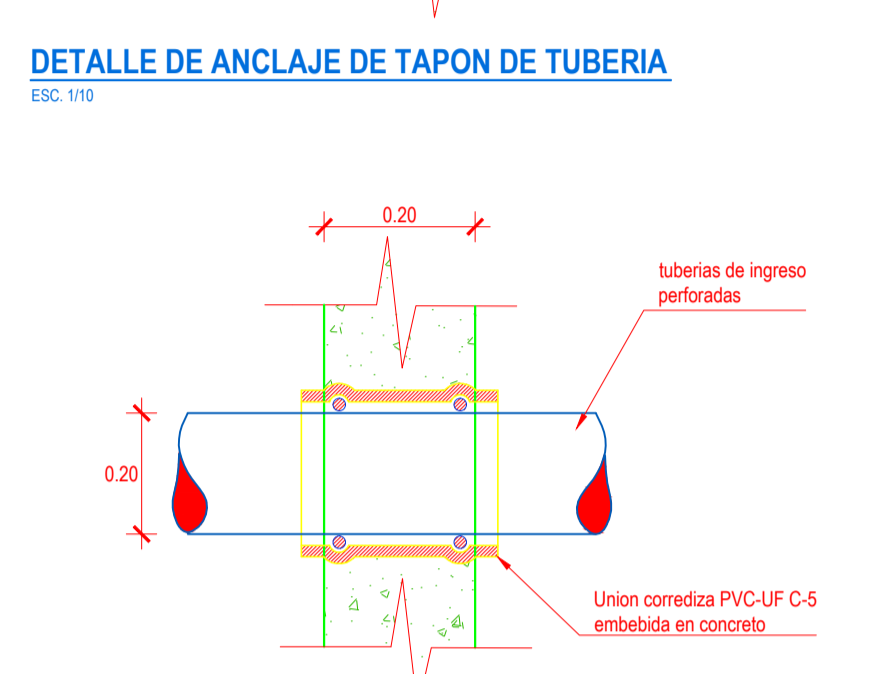
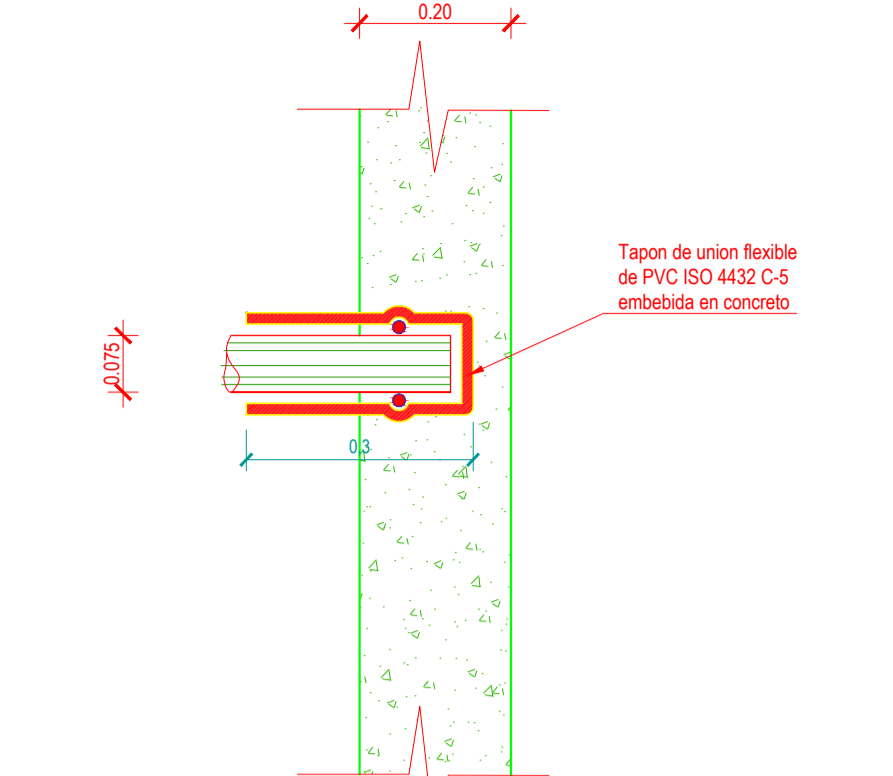
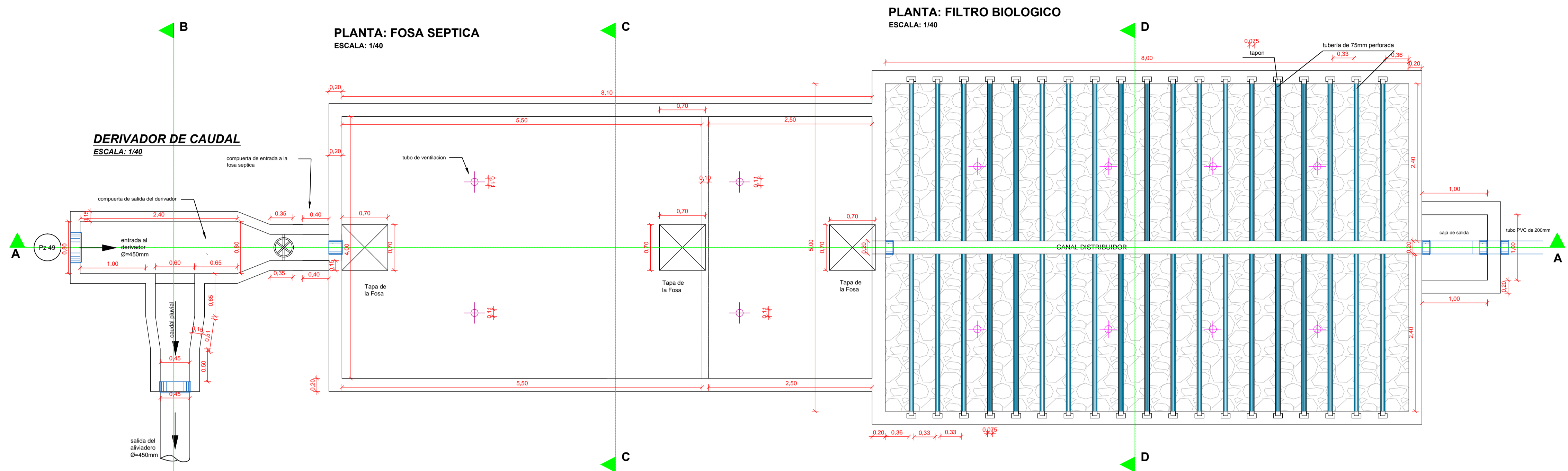
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

D.O.P. GAD EL TAMBO

Fecha: Febrero - 2018

Contenido de Lámina: - PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO

Lámina: 6 / 8



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- LAS SUPERFICIES INTERIORES DE MUROS Y LOSAS DE FONDO SERAN TARRAJEADAS CON MEZCLA 1:5 CEMENTO ARENA DE 1.5cm. DE ESPESOR Y ACABADO RAYADO.
- PASADA LAS 4 HORAS DESPUES CON MEZCLA 1:3 DE 5mm. DE ESPESOR Y ACABADO PULIDO.
- EN AMBOS SE UTILIZARA ADITIVO IMPERMEABILIZANTE - SIKA 1 O SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.

CONCRETO : EN GENERAL $f_c=240\text{Kg/cm}^2$
CEMENTO : PORTLAND TIPO 1
ACERO : $F_y=4200\text{Kg/cm}^2$

Proyecto: ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS

Escala:

Indicadas

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

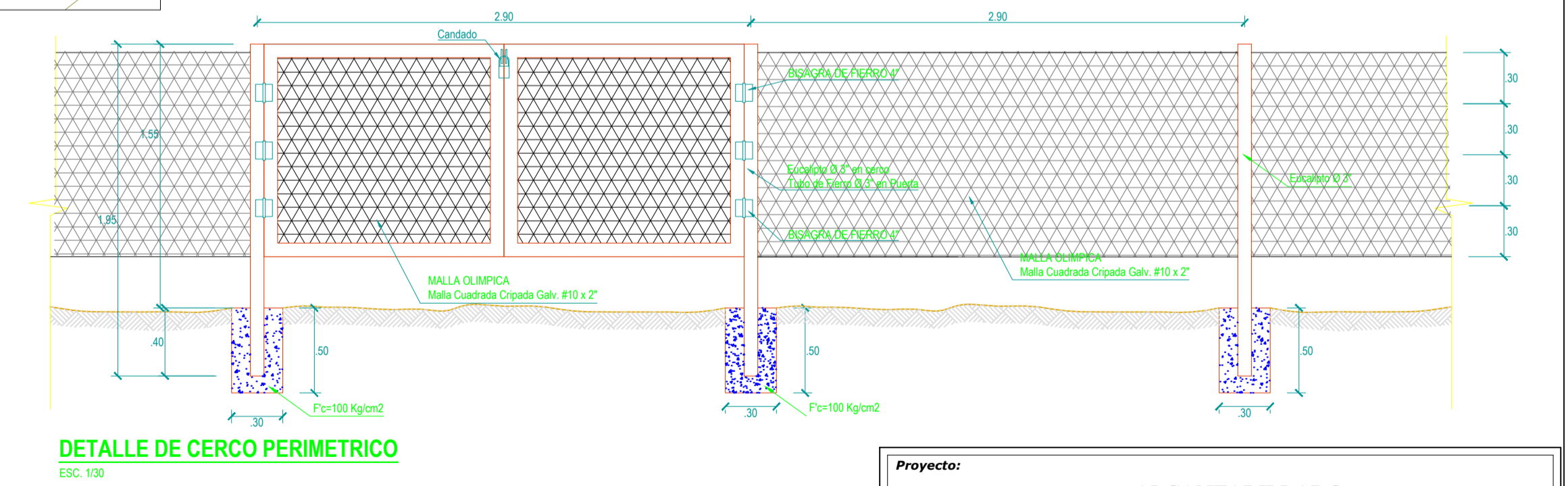
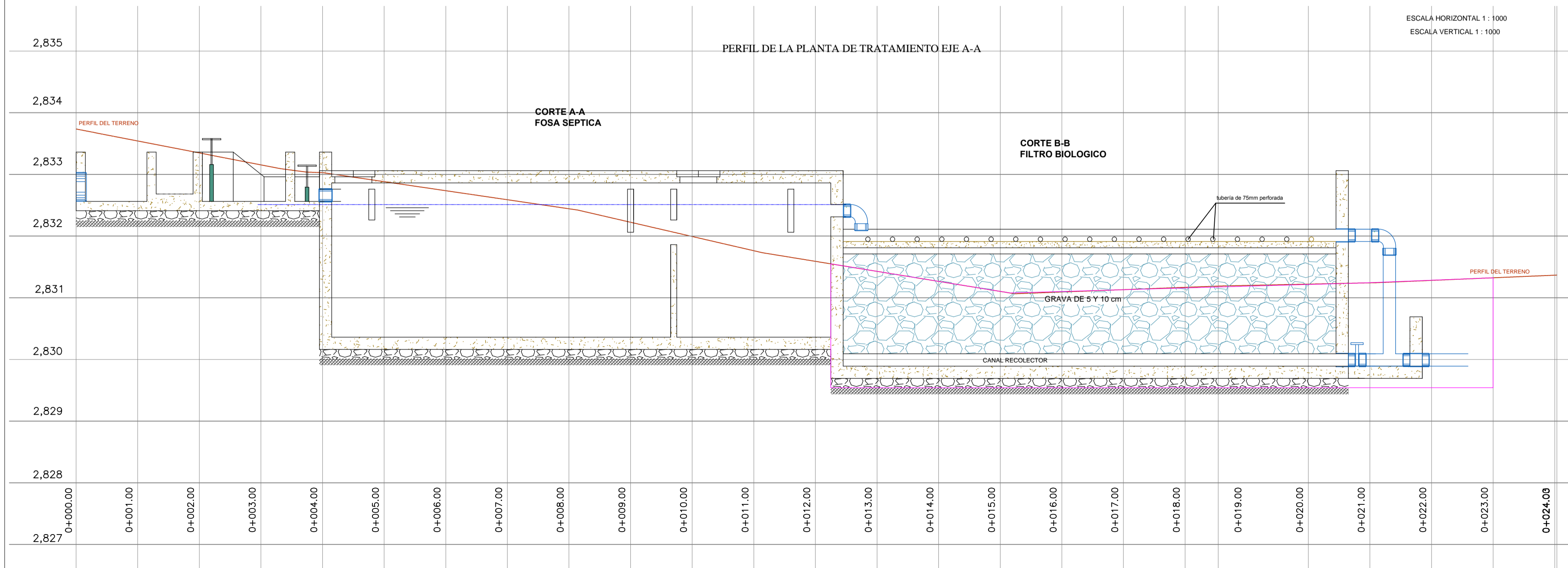
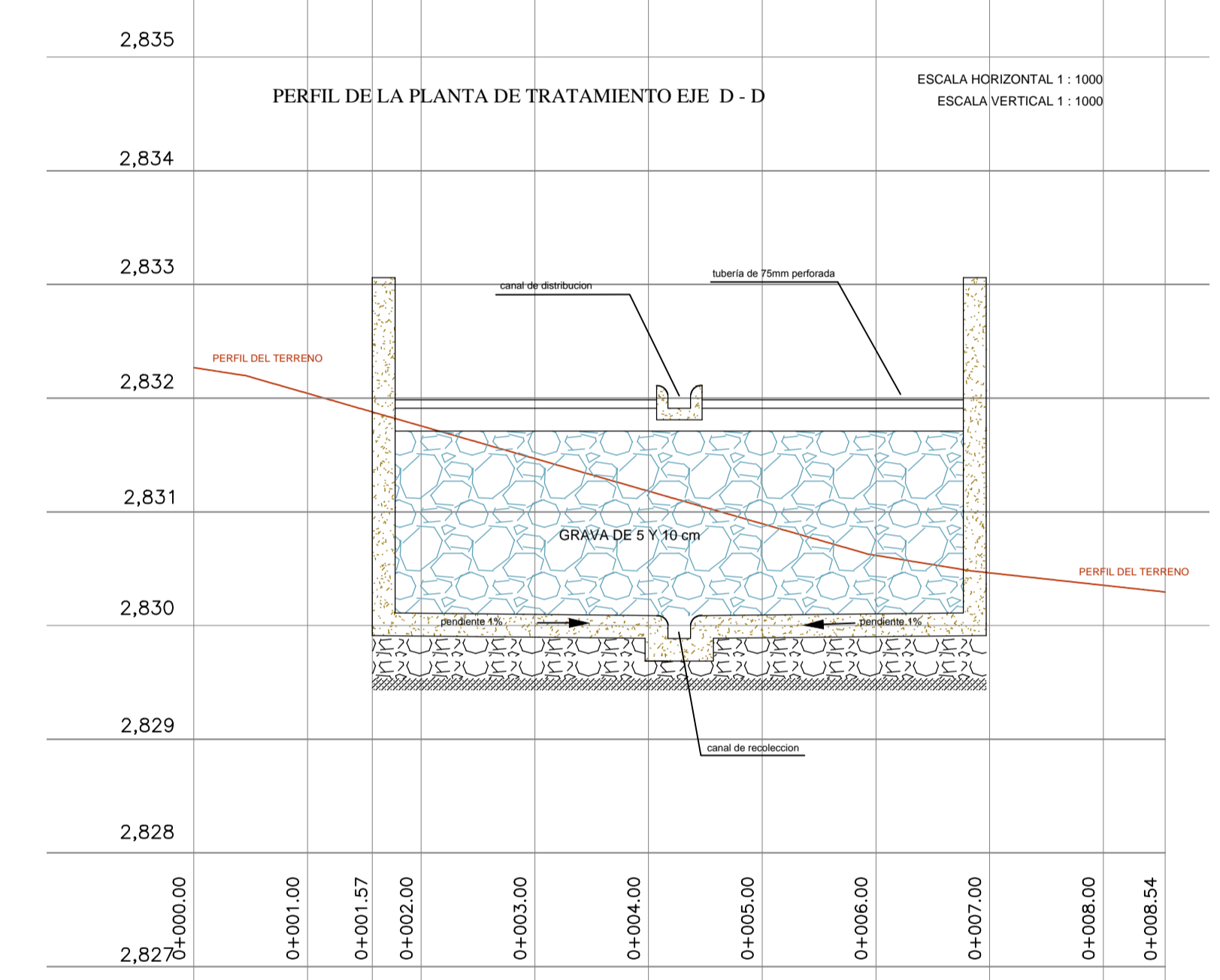
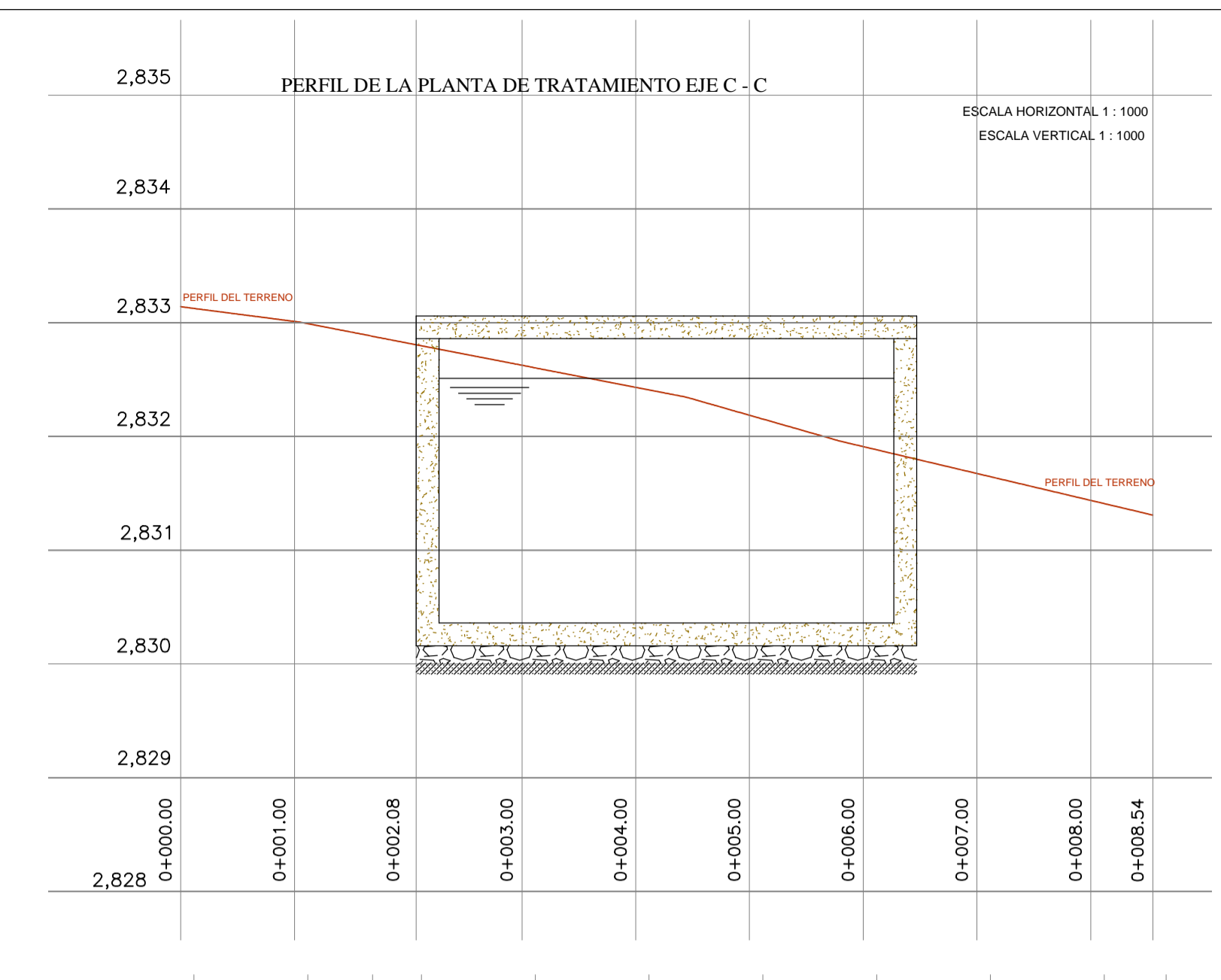
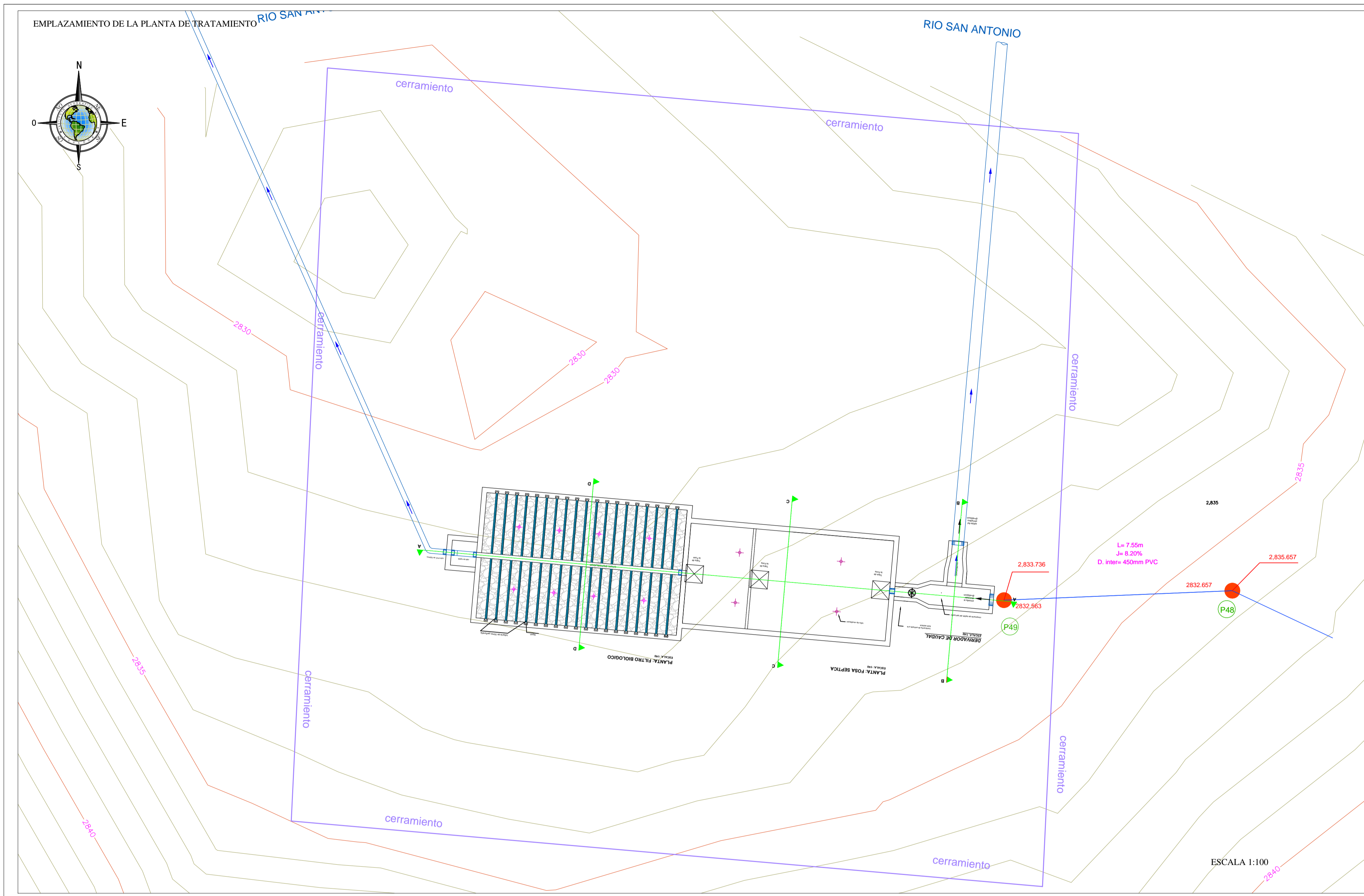
D.O.P. GAD EL TAMBO

Fecha: Febrero - 2018

Lámina: 7 / 8

Contenido de Lámina:

- PLANTA DE TRATAMIENTO
- DETALLES DE LOS ELEMENTOS



Proyecto: **ALCANTARILLADO COMBINADO DEL SECTOR QUESERAS**

Escala: **Indicadas**

Diseño & Dibujo: Edison Frey Buñay Yusti
Revisó: Ing. Fausto Quevedo
Aprobó: Ing. Ricardo Romero

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

D.O.P. GAD EL TAMBO

Contenido de Lámina:
- EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
- PERFILES
- DETALLE DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL

Fecha: **Febrero - 2018**

Lámina: **8 / 8**