UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Estudio y diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para el Sector de Auquilula, de la Parroquia Santa Ana, Cantón Cuenca, Provincia del Azuay.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Autor:

KLÉVER MODESTO GÍA CORNEJO

DARWIN FABIÁN NIOLA GUIRACOCHA

Director:

ING. JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

CUENCA, ECUADOR

2016

DEDICATORIAS

Esta etapa de mi vida va dedicado a mi familia, especialmente a mis padres Adelina Cornejo y Ernesto Gía por haberme educado con valores y principios, hoy solo quiero decirles que tienen toda mi admiración y respeto por estar siempre juntos apoyándome con amor, paciencia y sacrificio a pesar que algún momento quería darme por vencido nunca me dejaron solo. Soy afortunado por tenerlos a mi lado a pesar de vivir sin riquezas su valioso esfuerzo han hecho que nunca me falte nada y seguir adelante, Uds. son el tesoro más grande del mundo. Muchas gracias padres por sus consejos diariamente que me ayudaron a tomar la decisión más correcta.

Dedico esta tesis también a todos mis hermanos(as) quiénes han sido incondicionales con su apoyo, han dado ejemplo de superación y perseverancia, que con sus frases de amor y cariño han sabido animarme en los momentos difíciles.

Quiero agradecer a una mujer especial que llego a mi vida Cristina G. en el momento justo, quién me hizo ver la vida de una forma diferente y espontánea, para mi compañero de tesis Darwin con quién hemos logrado hacer una verdadera amistad y alcanzar una meta anhelada, finalmente a mis amigos Daniel, Ignacio y Felipe con quiénes hemos disfrutado gratos momentos.

Kléver Gía C.

El presente trabajo de grado quiero dedicar a mis padres Salvador Niola y Rosa Guiracocha, quienes con su amor y enseñanza han sembrado las virtudes que se necesita para vivir con anhelo y felicidad, los mismos que han sido la fuente de inspiración para cumplir cada una de mis metas.

A mis hermanos que son personas que me han ofrecido el amor, calidez de la familia a la cual amo.

Al resto de mi familia y amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para culminar el trabajo de grado.

Darwin Niola G.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer:

Primeramente a Dios, por la vida, inteligencia y la sabiduría para enfrentar las dificultades presentadas durante nuestra vida.

A nuestros queridos padres, hermanos y familiares por el cariño y confianza brindados en todo momento.

A nuestro director de tesis: Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez, por su amabilidad, experiencia y responsabilidad para la exitosa culminación de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.……...……ii

AGRADECIMIENTOS.……...……iii

ÍNDICE DE FIGURAS...…..……...ix

ÍNDICE DE TABLAS…….……..xi

ÍNDICE DE ANEXOS…….……...…xiii

RESUMEN…….…….xiv

ABSTRAC……...…….....xv

INTRODUCCIÓN…….……..1

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES...……...3

1.1 Antecedentes. 3

1.2 Problemática. 3

1.3 Justificación. 4

1.4 Objetivos. 5

1.4.1 Objetivo general. 5

1.4.2 Objetivos específicos. 6

1.5 Alcance. 6

1.6 Metodología. 6

1.7 Área de estudio. 7

1.7.1 Nombre del proyecto. 7

1.7.2 Instituciones involucradas. 7

1.7.3 Ubicación del área de estudio. 7

CAPÍTULO 2: ESTUDIOS PRELIMINARES Y DIAGNÓSTICO…….11

2.1 Información básica sobre el área del proyecto. 11
2.1.1 Generalidades..... 11
2.1.2 Parroquia de Santa Ana..... 11
2.1.3 Vialidad..... 14
2.2 Hidrología e Hidrografía. 15
2.2.1 Recopilación de estudios hidrológicos. 16
2.3 Trabajos topográficos. 17
2.4 Geología y Geotecnia. 18
2.5 Aspectos socio económicos..... 19
2.5.1 Datos de la unidad familiar y la vivienda 20
2.6 Aspectos ambientales. 21

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS EXISTENTES……23

3.1 Diagnóstico de sistemas existentes. 23

CAPÍTULO 4: CONCEPTUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS……...25

4.1 Criterios utilizados para la conceptualización..... 25
4.2 Sistemas propuestos (análisis técnico y económico de alternativas de diseño). 25
4.3 Alcantarillado combinado. 25
4.4 Alcantarillado condominial. 26
4.5 Alcantarillado sanitario. 26
4.6 Alternativa seleccionada. 26
4.7 Disposición final de aguas residuales del sistema..... 26

CAPÍTULO 5: PARÁMETROS Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO……27

5.1 Bases de diseño. 27
5.2 Período de diseño. 27
5.3 Población de diseño..... 28
5.4 Métodos de cálculo. 29
5.5 Cobertura del servicio de agua potable. 32
5.6 Dotación de agua potable. 32
5.7 Caudales de diseño. 33
5.7.1 Caudal sanitario. 33
5.7.2 Caudal de aguas ilícitas. 34
5.7.3 Caudal de infiltración. 34
5.8 Coeficiente de retorno. 34

CAPÍTULO 6: DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO……...36

6.1 Diseño hidráulico de los colectores principales y secundarios. 36
6.2 Ubicación de los pozos de revisión. 36
6.3 Determinación de áreas de aporte. 44
6.4 Consideraciones particulares en el diseño de los colectores. 47
6.5 Tipo de flujo considerado para el cálculo hidráulico. 50
6.6 Programa utilizado para el cálculo. 53

CAPÍTULO 7: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO……..…63

7.1 Objetivo. 63
7.2 Organización. 63
7.3 Operación del sistema. 64
7.3.1 Puesta en marcha. 64
7.3.2 Inspección. 64
7.4 Red de colectores. 65

7.5 Limpieza de colectores y pozos de revisión. 65
7.5.1 Colectores. 66
7.5.2 Pozos de revisión. 67
7.6 Mantenimiento de la red de recolección y estructuras especiales. 67

CAPÍTULO 8: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES……69

8.1 Tratamiento de aguas residuales. 69
8.1.1 Objetivo del tratamiento. 69
8.2 Parámetros de calidad a observarse en la depuración del agua residual 69
8.3 Criterios para la selección del tipo de tratamiento. 70
8.4 Procesos de tratamiento y grado de remoción. 70
8.5 Diseño de los sistemas de depuración del agua residual. 71
8.5.1 Caudal de diseño de la planta de tratamiento. 71
8.6 Fosa séptica más humedal artificial. 72
8.6.1 Tratamiento primario. 72
8.7 Diseño de la fosa séptica. 74
8.7.1 Volumen de la fosa séptica. 74
8.7.2 Dimensiones de la fosa séptica. 75
8.7.3 Longitud de las cámaras. 77
8.7.4 Orificios para el paso de las cámaras. 77
8.7.5 Área de la sección transversal del orifico. 77
8.8 Eficiencia de remoción. 77
8.9 Pantanos artificiales o humedales. 78
8.9.1 Características básicas del sistema de tratamiento por humedales artificiales de flujo sub-superficial. 78
8.9.2 Mecanismo de purificación. 79
8.9.3 Diseño de humedal artificial de flujo sub-superficial. 80
8.10 Ventajas. 85
8.11 Desventajas. 86

CAPÍTULO 9: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES……..87

9.1 Objetivo. 87
9.2 Alcance. 87
9.3 Operación de los sistemas de depuración. 87
9.3.1 Rejas al ingreso de las fosas sépticas 88
9.3.2 Fosas sépticas. 89
9.3.3 Humedales de flujo sub-superficial. 90
9.4 Puesta en marcha de las unidades de tratamiento biológico. 91
9.4.1 Actividades para iniciar el funcionamiento de las fosas sépticas. 91
9.4.2 Actividades para iniciar el funcionamiento de los humedales artificiales 92
9.5 Control de la eficiencia de funcionamiento del sistema de tratamiento. 93
9.5.1 Frecuencia del control. 93
9.5.2 Responsable del control del funcionamiento del sistema. 93
9.6 Mantenimiento. 93
9.6.1 Mantenimiento al sistema de tratamiento. 94
9.7 Conclusiones. 94

CAPÍTULO 10: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL…….....95

10.1 Ficha técnica ambiental. 95

CAPÍTULO 11: PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN……..……...105

11.1 Presupuesto del sistema de alcantarillado. 105
11.2 Presupuesto del sistema de tratamiento. 107

CONCLUSIONES...……110
RECOMENDACIONES…….111
BIBLIOGRAFÍA 112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.6 1: Residuos sólidos y escombros en el Río Quingeo..... 21
Figura 2.6 2: Sembríos en el margen del Río Quingeo..... 22

Figura 3.1 1: Planta de tratamiento El Cementerio..... 23
Figura 3.1 2: Planta de tratamiento Los Laureles. 24

Figura 2.5.1 1: Población Auquilula..... 20
Figura 2.5.1 2: Composición de la unidad familiar en Auquilula..... 21

Figura 6.3 1: Área de aporte del sector Auquilula. 45

Figura 6.4 1: Zonas para la determinación de la densidad poblacional. 49

Figura 6.5.a 1: Relaciones geométricas de la sección circular parcialmente llena. 51

Figura 8.7.2 1: Diseño de la fosa séptica. 76

Figura 8.9.3.8 1: Diseño del humedal. 85

Figura 1.7.3.1 1: División administrativa de la parroquia Santa Ana. 9

Figura 1.7.3 1: Ubicación del área de estudio. 8
Figura 1.7.3 2: Ubicación de la parroquia Santa Ana dentro de la provincia del Azuay.. 8

Figura 2.1.2 1: Geomorfología de la parroquia Santa Ana. 12
Figura 2.1.2 2: Uso del suelo de la parroquia Santa Ana..... 13

Figura 2.1.3 1: Vialidad de la parroquia Santa Ana..... 15

Figura 2.2 1: Hidrogeología de la parroquia Santa Ana. 16

Figura 2.2.1 1: Micro-cuencas de la parroquia Santa Ana..... 17

Figura 2.3 1: Elevaciones de la parroquia Santa Ana. 18

Figura 2.4 1: Geología de la parroquia Santa Ana..... 19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.7.3.1 1: Los sectores de Santa Ana divididos por áreas..... 10

Tabla 1.7.3 1: Coordenadas geográficas. 7

Tabla 5.2 1: Período de diseño..... 27

Tabla 5.4 1: Métodos de proyección para poblaciones. 29
Tabla 5.4 2: Interpretación de variables. 29
Tabla 5.4 3: Proyección de la población para el sector de Auquilula. 30
Tabla 5.4 4: Proyección de población para la parroquia Santa Ana. 31
Tabla 5.4 5: Resumen del cálculo de la población de diseño. 32

Tabla 5.6 1: Dotaciones recomendadas. 32

Tabla 5.8 1: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas. 35

Tabla 6.2 1 Ubicación de los pozos de revisión. 36

Tabla 6.6 1: Resultados hidráulicos. 55

Tabla 8.2 1: Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce. 70

Tabla 8.3.1 1: Procesos de tratamiento y grados de remoción. 71

Tabla 8.5.1.1 1: Datos para el cálculo del caudal medio. 72

Tabla 8.7.1 1: Datos utilizados para el diseño. 75

Tabla 8.7.2 1: Dimensiones mínimas de la fosa séptica. 76
Tabla 8.7.2 2: Valores asumidos para el diseño de la fosa séptica. 76

Tabla 8.8 1: Valores antes y después de la remoción. 78

Tabla 8.9.1 1: Criterios de diseño para humedales de flujo sub-superficial. 79

Tabla 8.9.3.1 1: Datos usados para el diseño del humedal artificial. 80

Tabla 8.9.3.3 1: Características típicas del medio para humedales de flujo sub-superficiales. 82

Tabla 8.9.3.8 1: Dimensiones del humedal. 84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de calidad de agua del Río Quingeo.

ANEXO 2: Detalles constructivos.

ANEXO 3: Planos del sistema de alcantarillado**.**

ANEXO 4: Presupuesto y análisis de precios unitarios de la red de alcantarillado y sistema de tratamiento.

ANEXO 5: Planos del sistema de tratamiento.

ANEXO 6: Ficha Ambiental.

ANEXO 7: Especificaciones técnicas.

ANEXO 8: Encuesta socio económica.

Gía Cornejo, Niola Guiracocha xiv

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL SECTOR DE AUQUILULA, DE LA PARROQUIA SANTA ANA, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivos el diseño del alcantarillado sanitario y la selección de la planta de tratamiento de aguas residuales adecuada para la parroquia Santa Ana (sector Auquilula), con el fin de reducir las enfermedades en los habitantes, contaminación del cuerpo receptor (Rio Quingueo), y problemas ambientales. Para su elaboración se realizaron los respectivos estudios y diseños, tomando en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales. Mediante las características de la zona: condiciones climáticas y número de habitantes obtuvimos como resultado un sistema de tratamiento para aguas residuales de tipo humedal, por lo tanto el diseño está basado en un sistema primario mediante una fosa séptica y un tratamiento secundario de depuración mediante humedal artificial de flujo sub-superficial.

Palabras clave: Colector, interceptor, excretas, anaerobio, depuración, tratamiento, humedal.

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez
Director de Titulación

Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz
Director de Escuela

Kléver Modesto Gía Cornejo

Darwin Fabián Niola Guiracocha

Autores

STUDY AND DESIGN OF A SEWAGE SYSTEM AND WASTEWATER TREATMENT PLANT FOR THE SECTOR OF AUQUILULA, SANTA ANA PARISH, CUENCA CANTON, AZUAY PROVINCE

ABSTRACT

This project aims to design a sewerage system and selection of the adequate wastewater treatment plant for the parish of Santa Ana (Auquilula sector), in order to reduce disease in the population, contamination of the receiving body (Quinguco River), and related environmental problems. The respective studies and designs for its implementation were made taking into account technical, economic and environmental aspects. A wetland-type wastewater treatment system was obtained taking into consideration the characteristics of the area: weather conditions and number of inhabitants. Consequently, the design is based on a primary system with a septic tank, and a secondary purification treatment by artificial subsurface flow wetlands.

Keywords: Collector, Interceptor, Excreta Disposal, Anaerobic, Purification, Treatment, Wetland.

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez
Thesis Director

Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz
School Director

Kléver Modesto Gía Cornejo

Darwin Fabián Niola Guiracocha

Authors

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas

Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Kléver Modesto Gía Cornejo
Darwin Fabián Niola Guiracocha
Trabajo de Graduación
Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL SECTOR DE AUQUILULA, DE LA PARROQUIA SANTA ANA, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de "Estudio y diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para el sector de Auquilula", del Cantón Cuenca, de la Provincia del Azuay, es un estudio en el cual se busca brindar a partir de una planificación participativa local, dotar del servicio de alcantarillado, que en el trajinar de este momento planificador, ha reflexionado sobre la necesidad de buscar cambios sustanciales en la forma de mejorar sus condiciones de vida, a través de aprovechar sus recursos: naturales, materiales y humanos; que ve en un futuro no lejano una posibilidad cierta de encontrarse disfrutando de servicios básicos de calidad, gracias a un esfuerzo colectivo, de trabajo cotidiano entre distintas instituciones Gubernamentales que lo único que buscan es brindar satisfacción a las personas más necesitadas de nuestro país.

La E.P. ETAPA y la Junta Parroquial de Santa Ana se encuentran indagando consolidar el primer objetivo que es el financiamiento para la realización de los estudios, con el mismo que crea una oportunidad mucho mayor de tratar de gestionar recursos tanto en organismos Nacionales o Internacionales encargados de dar soluciones a estos problemas hoy mucho más frecuentes en nuestra sociedad, que ha dejado en muchos casos relegados a los que en verdad necesitan de estos recursos, creando barreras mucho más grandes que les impide progresar y mejorar sus condiciones tanto de vida como de educación.

De ahí la realización de este proyecto será una ayuda fundamental para que la E.P. ETAPA del Cantón Cuenca con el involucramiento y el aporte de la ciudadanía sea base fundamental para el desarrollo de esta comunidad.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.

Uno de los problemas más acuciantes que tiene la población del cantón Cuenca, especialmente la perteneciente al sector rural, es el inadecuado sistema de eliminación de aguas servidas en sus comunidades, situación que provoca complicaciones en sus habitantes, tales como: altos índices de enfermedades de origen hídrico, la mala calidad del agua existentes en las cuencas hidrográficas aledañas a su ubicación y en definitiva un deterioro constante del medio ambiente que los rodea.

Enmarcados dentro del Plan de Desarrollo Nacional, específicamente en lo inherente a la "Promoción de un medio ambiente sano y sustentable garantizando el acceso seguro al agua, aire y suelo**"** la E.P. ETAPA de la ciudad de Cuenca ha iniciado un Plan de Saneamiento Básico para algunas de las comunidades pertenecientes al área de su jurisdicción, en donde el problema en cuestión es más que evidente.

Dentro de éstas, se ha identificado a la comunidad de "Auquilula", donde se requiere una intervención inmediata a fin de dotarla de un adecuado sistema de saneamiento. En esta virtud, la E.P. ETAPA de la ciudad de Cuenca, contratará los presentes estudios que tienen por objeto diseñar los Sistema de Recolección, Canalización y Tratamiento de las aguas servidas para las poblaciones de Santa Ana y Auquilula, factibles desde el punto de vista técnico, económico y ambiental en un período de diseño de 20 años. El resultado de los estudios permitirá contar a la E.P. ETAPA con toda la documentación técnica que permita en el corto plazo la contratación de la obra y la planificación de su operación y mantenimiento dentro del período de su vida útil.

1.2 Problemática.

La parroquia Santa Ana consta con dos plantas de tratamiento: la del Cementerio y la de los Laureles mismas que tienen un sistema de tratamiento de fosa séptica y filtro bilógico. Estas plantas actualmente se encuentran colapsadas, debido al crecimiento poblacional

del sector además estas ya han cumplido su vida útil. Cabe mencionar por motivos como la falta de financiamiento, problemas legales, crisis económicas etc. han impedido la construcción de nuevas plantas de tratamiento en la parroquia de Santa Ana.

La E.P. ETAPA de la ciudad de Cuenca, institución responsable del desarrollo cantonal, brinda entre otros servicios los correspondientes a la dotación de alcantarillado sanitario y pluvial dentro de su jurisdicción. Al momento el sector de Auquilula no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario ni pluvial, sin embargo siendo un componente fundamental del manejo de las aguas residuales la E.P. ETAPA de manera responsable, haciendo evidente la decisión y voluntad política, se ha preocupado de impulsar acciones que permitan mejorar la calidad de vida de la población por lo que ha creído conveniente la realización del presente estudio. El proyecto correspondiente se ubica dentro de la zona rural del cantón Cuenca, dentro de la jurisdicción de la provincia del Azuay, la cual representa a una de las provincias con la mayor cantidad de recursos naturales del país.

El Gobierno Nacional viene implementado programas de ayuda en lo que se refiere a saneamiento a través de varias instituciones del Estado como el Banco del Estado, a través del programa PROMADEC, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, a través de su Subsecretaria de Saneamiento Ambiental con el programa socio agua para comunidades rurales, con lo cual trata de mejorar las condiciones sanitarias de las poblaciones con menos recursos del país. Al ser el sector de Auquilula un barrio que no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario ni pluvial, la E.P. ETAPA de la ciudad de Cuenca ésta obligada a brindar el servicio a la brevedad posible.

1.3 Justificación.

El crecimiento poblacional que trae consigo inevitablemente el incremento en la generación de agua residual en cada ciudad son algunas de las situaciones que pueden poner en peligro el medio ambiente y la salud pública, es uno de los mayores problemas que las Autoridades deben asumir y comprometerse a dar soluciones técnicas, ambientales, sociales y económicas aplicables a cada realidad. Por lo que en muchos sectores de la provincia del Azuay específicamente en la ciudad de Cuenca, como es el caso la parroquia de Santa Ana (sector Auquilula), existe la necesidad de brindar

tratamiento a las aguas negras y a su vez producir agua reciclada de alta calidad, para luego utilizarla en riego y para poder descargar a cuerpos receptores (ríos, quebradas).

En este contexto, la E.P. ETAPA de la ciudad de Cuenca, consciente de la responsabilidad antes referida, se encuentra empeñada en garantizar una disposición técnica y ambientalmente segura de las aguas residuales que se generan en la parroquia Santa Ana (sector Auquilula). En la actualidad los habitantes del sector utilizan letrinas, conectadas a pozos sépticos, de los cuales por procesos de infiltración se realiza la disposición final del agua residual. Debido a esto las aguas afloran en los cauces de agua como en el Río Quingeo, y en pequeños vertientes provocando contaminación. Además el agua proveniente de las lluvias, constantemente se anega en los predios, produciendo focos de infección, por lo tanto el agua contaminada es una fuente directa de enfermedades, por lo que es necesario brindarle un adecuado tratamiento.

Ante esta necesidad, se procederá a diseñar el "Sistema de Alcantarillado Sanitario conjuntamente con la Planta de tratamiento de Aguas Residuales para la parroquia Santa Ana, sector Auquilula", equipamiento sanitario que ha sido concebido para que sea construido y operado en estricto cumplimiento de la normativa legal aplicable.

El presente estudio se enfocara dentro de una visión integral del servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales que permita asegurar la factibilidad técnico, económica financiera, ambiental, social y administrativa y la sostenibilidad en el tiempo, dando un énfasis a los aspectos técnicos, operativos y ambientales para una disposición final ambientalmente segura.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

El propósito fundamental es contar con los "Estudio y diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para el sector de Auquilula", los mismos que incluyan los componentes técnico, económico, financiero, ambiental, institucional y de gestión del servicio, en las etapas de, recolección, tratamiento y disposición final.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Obtener los datos necesarios para realizar los cálculos y diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales.
- Calcular y diseñar el sistema de alcantarillado y elementos que conforman una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Determinar un estudio detallado de geotecnia e impacto ambiental en el sector.
- Efectuar el presupuesto referencial.
- Realizar la evaluación financiera.
- Concebir un documento que facilite a la E.P. ETAPA conseguir el financiamiento concerniente para la ejecución del proyecto.

1.5 Alcance.

El actual proyecto es un punto de partida para la construcción del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales en el sector de Auquilula, por lo tanto se procederá a realizar un levantamiento topográfico en el lugar donde se estableciera el sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento, cálculo de la dotación y del caudal con las cuales serán diseñados los sistemas de alcantarillado y planta de tratamiento la cual se detallará más adelante su tipo de tratamiento que se requiere de acuerdo a sus características.

Finalmente evaluar el sistema de alcantarillado y planta de tratamiento considerando los impactos ambientales que ellos puedan ocasionar y lograr una propuesta financiera, para que pueda ser económicamente viable, a fin de conseguir la ejecución del proyecto.

1.6 Metodología.

Se ha realizado visitas técnicas para recopilar información del sector de Auquilula, por medio de la Junta Parroquial y la E.P. ETAPA de las plantas de tratamientos existentes (Los Laureles y Cementerio ya colapsadas). Se realizara trabajo de campo como levantamiento topográfico, toma de muestras de agua residual, el estudio de la población del sector se obtendrá de acuerdo al último censo realizado a nivel nacional del año 2010.

Así también, a través de los resultados obtenidos de los análisis en laboratorios: de aguas, se procederá a caracterizar el agua residual. De los estudios realizados se puede obtener la información para seleccionar una tecnología natural de depuración en base a las alternativas de infiltración directa en el terreno o métodos acuáticos que se adapte a las condiciones del sector, para posteriormente diseñar la planta de tratamiento.

1.7 Área de estudio.

1.7.1 Nombre del proyecto.

"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL SECTOR DE AUQUILULA, DE LA PARROQUIA SANTA ANA, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY"

1.7.2 Instituciones involucradas.

Las instituciones participantes en el presente proyecto son las siguientes:

a. E.P. ETAPA, Institución responsable de los estudios.
b. Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador.

1.7.3 Ubicación del área de estudio.

El proyecto está ubicado en la provincia del Azuay, Catón Cuenca, Parroquia Santa Ana, Sector Auquilula; está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: Ver Tabla 1.8.3 1 y Figura 1.8.3 1.

Tabla 1.7.3 1: Coordenadas Geográficas.

Lugar	Norte	Este	Altitud
Auquilula	9675354	729978	2560

Nota: Auquilula se encuentra en la posición geográfica: 9675354N, 729978E y 2560Z.

Figura 1.7.3 1: Ubicación del Área de Estudio.
Fuente: Google Earth.

La circunscripción territorial en estudio se ubica a 20Km. al Oriente de la ciudad de Cuenca siguiendo por la vía Cuenca - El Valle - Sigsig y se llega en 20 minutos a la velocidad normal de 60km por hora, integra el anillo vial en la provincia del Azuay. Ver Figura 1.8.3 2.

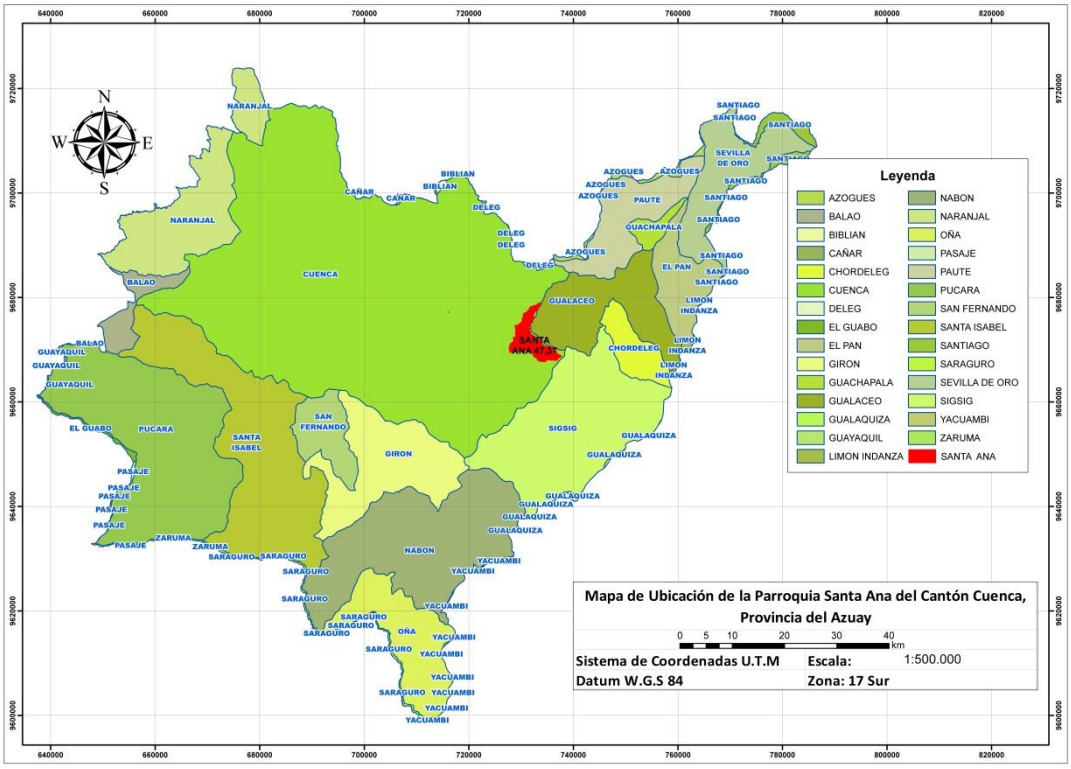

Figura 1.7.3 2: Ubicación de la parroquia Santa Ana dentro de la Provincia del Azuay**.**

La parroquia Santa Ana limita por el septentrión con las parroquias: Paccha y Zhidmad, por el meridión con la parroquia Quingeo, por el levante con las parroquias Zhidmad (Gualaceo) y San Bartolomé (Sigsig) y por el poniente con las parroquias Paccha y El Valle.

1.7.3.1 División administrativa.

Para una mejor acción en los diferentes campos de la administración, Santa Ana en sus 47,37 Km2 de territorio, cuenta con 21 comunidades conocidas como: Tepal, Centro Parroquial, Tocte pamba, El Salado, Auquilula, Los Laureles, El Chorro, San Miguel de Pucacruz, San Francisco de Mosquera, San Antonio de Trabana, Santa Bárbara, San Pedro, Sigsicocha, Bella Unión, Dizha, La Dolorosa, Inga pirca, Tacalzhapa, Barzalitos Alto, Barzalitos Bajo, Pichacay Chico y San Antonio de los Laureles. Ver Figura 1.8.3.1 1.

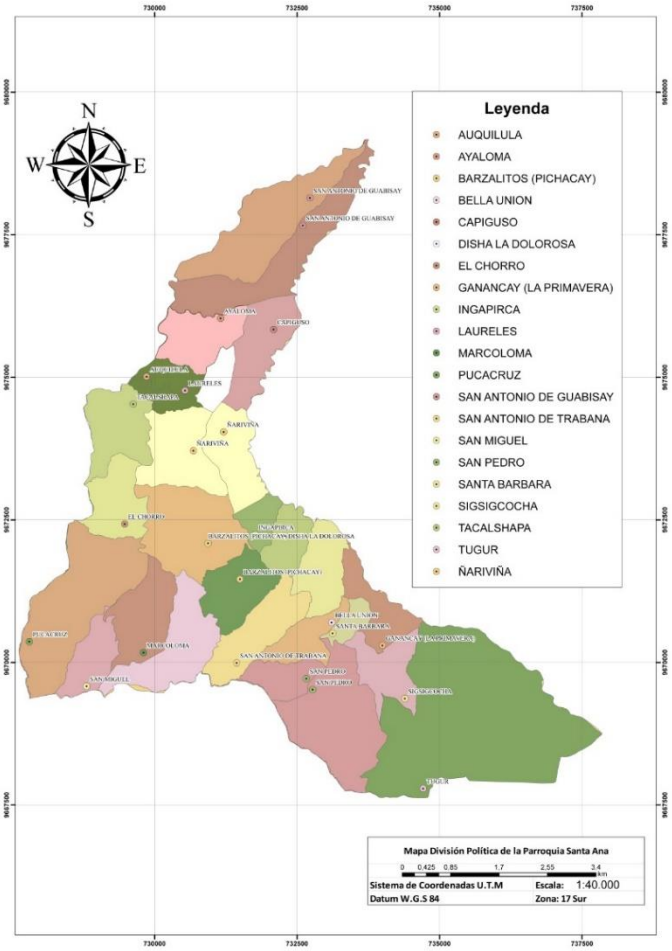

Figura 1.7.3.1 1: División administrativa de la parroquia Santa Ana**.**

Se muestra desglosada la superficie parroquial por comunidades en la Tabla 1.8.3.1 1, notándose que el tamaño territorial de cada una de ellas es desigual. Hay comunidades que pueden subdividirse para que sus habitantes trabajen mejor en bien de ellos y del medio.

Tabla 1.7.3.1 1: Los sectores de Santa Ana divididos por áreas.

Comunidades	Superficies (Has)	Comunidades	Superficies (Has)
Sigsicocha	1153.99	Playa de los Angeles	139.33
Tepal	440.78	San Antonio de los Laureles	127.91
El Chorro	419.85	Talcazhapa	127.32
Bella Unión	326.67	Auquilula	122.82
San Antonio de Trabana	281.36	Inga pirca	114.37
San Pedro	256.48	Barzalitos	111.31
San Francisco de Mosquera	229.43	Laureles	91.34
San Miguel de Pucacruz	207.94	Santa Bárbara	71.38
Dizha-La Dolorosa	196.04	Pichacay Chico	54.7
Centro Parroquial	166.39	El Salado	51.07
		Tocte pamba	46.83
Subtotal	3678.93		1058.38
Total			**4737.31**

Nota: División política administrativa de Santa Ana en Hectáreas.
Fuente: (GAD de Santa Ana, 2015)

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS PRELIMINARES Y DIAGNÓSTICO

2.1 Información básica sobre el área del proyecto.

El sector Auquilula perteneciente a la parroquia Santa Ana del cantón Cuenca, provincia del Azuay, con una extensión de 122,82 Ha y una población de 360, en la cual se pretende realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario y el tratamiento de las aguas servidas, para ello es indispensable tener un conocimiento del lugar. Bajo esta perspectiva es evidente la utilidad de un estudio a fondo en el análisis y transformación de la situación social, política, económica y ecológica de la zona, como también la situación que viene ocurriendo en el diario vivir de sus habitantes. Por lo tanto, es primordial generar la información pertinente, y de esta manera colaborar con las autoridades y pobladores de la parroquia Santa Ana que tienen a su cargo conocer estas situaciones, valorarlas en el presente, relacionarlas con el pasado y proyectarlas hacia el futuro con el objetivo primordial que debe ser, mejorar la calidad de vida del habitante parroquial.

2.1.1 Generalidades.

2.1.1.1 Información tomada para este proyecto.

- La información de datos necesarios y parte de los planos utilizados para el diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales han sido recolectados y propuestos por los ingenieros de la E.P. ETAPA y la Junta parroquial de Santa Ana.
- Además cierta información sobre la zona de estudio ha sido toma de la fuente del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo).

2.1.2 Parroquia de Santa Ana.

Santa Ana es reconocida como parroquia rural el 27 de mayo de 1878 por la legislación ecuatoriana. Su población es de 5366 habitantes de acuerdo al censo del año 2010, sobresaliendo la población joven con el 46%, su gente realiza actividades muy variadas. Algunas de sus comunidades conservan en su folklore lo tradicional y típico de lo rural.

La vivienda en la mayoría de los casos es de buena calidad, no cuenta con servicios completos lo que tiende a un hacinamiento crítico.

Sus autoridades conjuntamente con la población han diseñado un plan estratégico duradero hasta el año 2015 con objetivos, actividades tendientes a solucionar, o en el peor de los casos, mejorar las falencias actuales en bien de un nuevo medio físico y una mejor calidad de vida de sus habitantes.

Su relieve es montañoso, 2773 m.s.n.m. es su altura en el centro parroquial y en toda su jurisdicción hay alturas desde los 2500 a los 3.320 m.s.n.m. El territorio ubicado al Sur-Este de la parroquia es el que presenta las alturas mayores. Ver Figura 2.1.2 1.

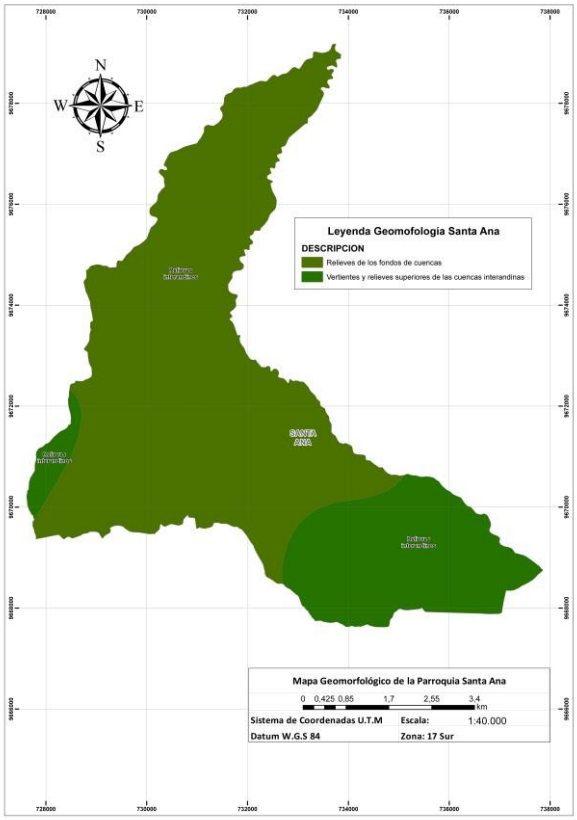

Figura 2.1.2 1: Geomorfología de la parroquia Santa Ana.

Al ser su relieve físico montañoso, escabroso, trae consecuencias en la agricultura, se debe cultivar productos de altura, además el habitante debe conocer técnicas agrícolas que le ayuden en su labor agrícola como son las curvas de nivel y las terrazas en los suelos inclinados; se aconseja roturar, sembrar y cosechar siguiendo las curvas de nivel del

terreno; de ninguna manera de abajo hacia arriba o viceversa, ya que estas técnicas son negativas debido a que propician la erosión del suelo por gravedad mecánica, poniendo en peligro de ser barrido con facilidad por las lluvias o cualquier otra fuerza externa. Ver Figura 2.1.2 2. Otra consecuencia de su relieve son las subidas y bajadas de sus caminos, por lo que los vehículos y personas realizan mayores esfuerzos en su labor. Mayor inversión de tiempo y dinero en la construcción de vías. Otra repercusión de su relieve son los frecuentes resfríos que sufre la población por el aire frio.

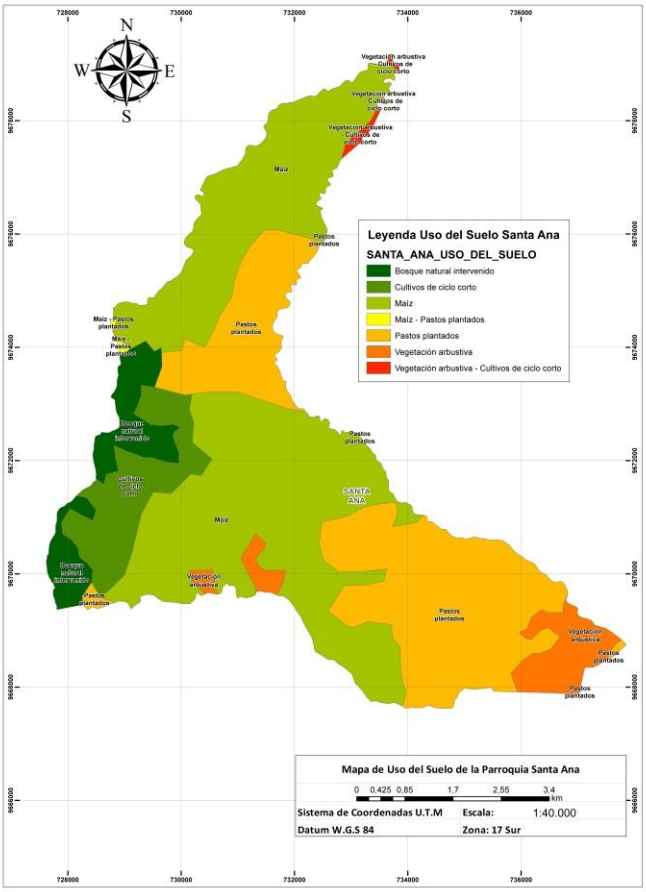

Figura 2.1.2 2: Uso del Suelo de la parroquia Santa Ana.

2.1.2.1 Educación.

La parroquia cuenta con 8 escuelas, siete de régimen hispano y una de régimen intercultural bilingüe. Actualmente cuentan con la educación de primero a séptimo año. En el nivel secundario cuenta con un colegio modalidad presencial que gradúa de bachiller a sus estudiantes en la especialidad en Ciencias Básicas, y dos colegios modalidad a distancia, además de un programa de alfabetización parroquial. Es decir la parroquia cuenta con una población estudiantil de 1500 alumnos distribuidos en 16

establecimientos de niveles preprimaria, primaria y medio. El 6,4% de la población sufre de analfabetismo.

2.1.2.2 Centro de salud.

La parroquia Santa Ana, dispone de unidad médica, extensión del Área de salud N°3 de Cuenca. Funciona desde 1979, por las gestiones realizadas por sus autoridades ante el Ministerio de Salud.

2.1.2.3 Clima.

Según datos de la publicación de (INERHI-CREA, 1980). Se puede definir como una zona de clima templado subhúmedo. Se encuentra en el piso climático denominado "tierra fría", ya que se encuentra entre los 2000 y 3000 m de altura; en el Ecuador, este piso se denomina "zona templada".

2.1.2.4 Temperatura.

Estudios de temperatura en la zona realizados por la Estación Ucubamba, explican que en los últimos tiempos se registra una mínima de 11.6°C y una máxima de 15.7°C en los mismos meses, en la zona del Relleno Sanitario.

2.1.2.5 Eliminación de excretas.

En la población hace uso de algunos sistemas de eliminación de excretas para saneamiento de la comunidad, estos son: un sistema de alcantarillado recién construido como una planta de tratamiento de aguas residuales, letrinas sanitarias, pozos sépticos, lotes baldíos. Del sistema de tratamiento de aguas residuales solo se sirve una parte de la parroquia.

2.1.3 Vialidad.

La parroquia tiene vías de acceso que corresponde al tipo lastrado y tipo asfalto flexible que permiten la fácil transportación de elementos pétreos, necesarios para el proyecto que se va a ejecutar; además la parroquia consta de una mina de lastre o material de mejoramiento, que se ubica vía a Pichacay. Ver Figura 2.1.3 1.

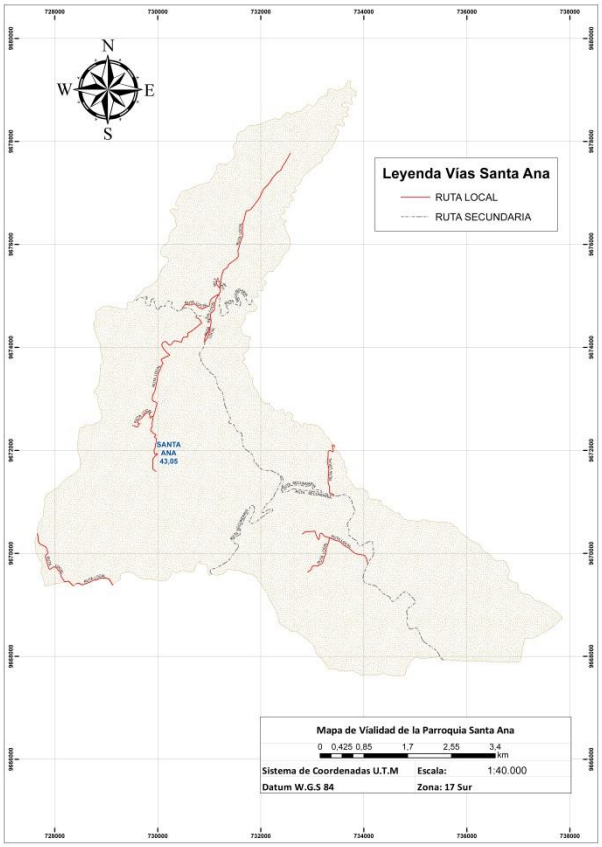

Figura 2.1.3 1: Vialidad de la parroquia Santa Ana.

2.2 Hidrología e Hidrografía.

Según la información del Figura 2.2.1, la observación directa en el territorio y entrevistas a autoridades parroquiales la red hidrográfica de la parroquia se compone de tres micros cuencas: la del Río Quingeo Alto, que cubre la mayor proporción territorial de la parroquia. La del Río Quingeo Bajo que baña la parte Noroeste del territorio. En la comunidad de Auquilula recibe las aguas del Río Maluay (El Valle). El Quingeo nace en las alturas del cerro denominado Pillachiquir (límite entre Quingeo y Cumbe). La del Río Gordeleg (cubre a lo ancho, una estrecha franja del territorio en el límite Este y longitudinalmente de Sur a Norte todo el territorio, río que nace en un cerro del sector llamado Monjas de la parroquia Santa Ana y tiene una longitud mucho menor a su compañero de patio, tiene menor capital de agua y cubre una cuenca menor de territorio.

Estos dos ríos se unen en el sector Dos Encuentros (Límite Norte: Santa Ana, Zhidmad y Paccha y forman el Río Jadán. Son ríos que drenan un buen caudal de agua en tiempo de invierno (diciembre a junio) y en tiempo de verano (julio a noviembre) sus caudales de

agua son muy escasos. Sus aguas son aprovechadas especialmente por los propietarios de terrenos adyacentes a los ríos, ya sea para riego de sus cementeras, como abrevadero del ganado y para lavar vestimentas. Corresponde, también, indicar que el índice de saturación de humedad en el territorio de la parroquia es bajo, Como Santa Ana es una jurisdicción territorial con mucha pendiente es difícil que el agua se estanque, se inunde o se sature de humedad, incluso afecta en su vegetación que necesita agua. Realmente los terrenos con saturación alta son aquellos que limitan con los causes y quebradas.

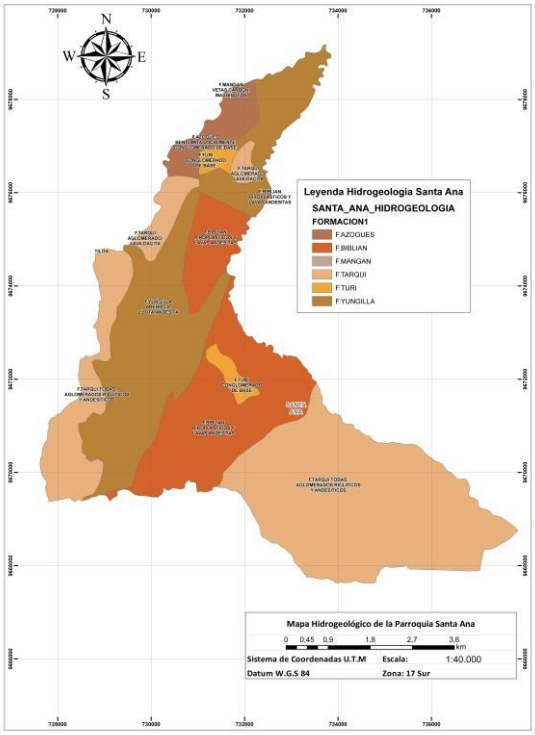

Figura 2.2 1: Hidrogeología de la parroquia Santa Ana.

2.2.1 Recopilación de estudios hidrológicos.

En el Plan de Ordenamiento de la parroquia, se explica que el territorio afectado por la servidumbre fluvial, (quebradas y ríos) alcanzan los 156,73 Km de longitud y 4737,17 Ha de terreno. Aquí se recomienda proteger la servidumbre fluvial con vegetación arbórea, vegetación arbustiva, además, se sugiere márgenes de retiro y protección de 5, 10, 15, 20, 30m, desde la orilla, y el escenario óptimo económico propone márgenes de retiro protección de 3, 6, 9, 12, 15m, (GAD de Santa Ana, 2015). Ver Figura 2.2.1 1.

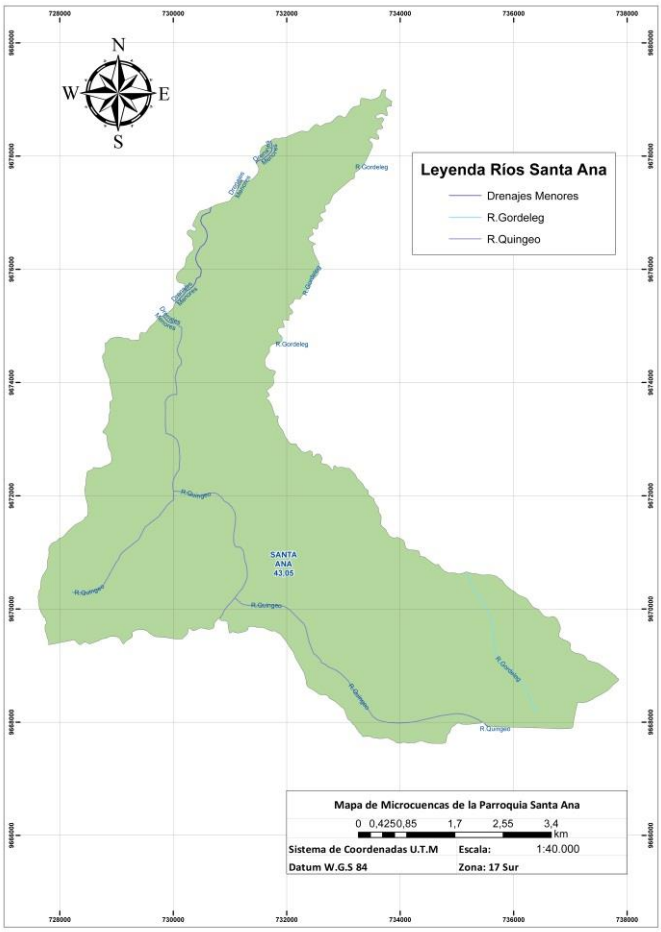

Figura 2.2.1 1: Micro cuencas de la parroquia Santa Ana.

2.3 Trabajos topográficos.

La topografía del sector, es accidentada con pendientes fuertes en su mayoría y moderadas en un menor porcentaje, típicas de la serranía ecuatoriana. La zona donde propiamente se emplaza el proyecto tiene pendientes bajas, debido a su proximidad a los cauces de la quebrada. Ver Figura 2.3 1.

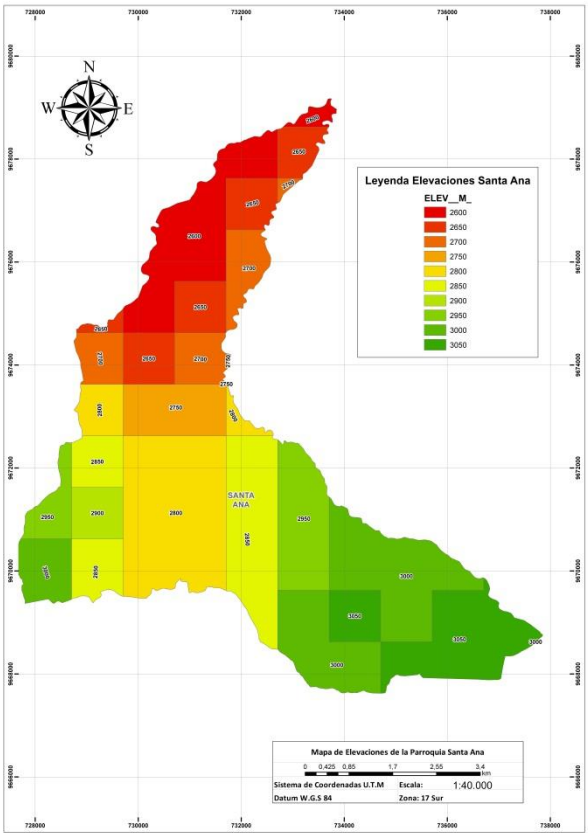

Figura 2.3 1: Elevaciones de la parroquia Santa Ana.

2.4 Geología y Geotecnia.

Tomando información más significativa de la Geología de Santa Ana. Ver Figura 2.4 1, que se expone en el Plan de Desarrollo de la parroquia, podemos deducir que su Geología tiene las siguientes formaciones: La Formación Yunguilla que se distribuye de Norte a Sur a todo lo largo del territorio parroquial. Esta formación es de edad Cretácica y tiene la particularidad de constar de capas rocosas de diferente grosor, llamadas zonas de discordancia. “Esta Formación Yunguilla aflora por más de 80 kilómetros en sentido norte- sur, a lo largo del flanco oriental de la cuenca Azuay-Cañar, desde el poblado de Cumbe, al sur, hasta la ciudad de Cañar, al norte.” (GAD de Santa Ana, 2015).

Hacia el Norte de la parroquia son rocas de la formación Azogues, edad Miocénica. Son estratos de hasta 280 m. de espesor de conglomerado de base. En el centro de la parroquia se encuentran estratos de hasta mil metros de espesor y pertenecen a la formación Biblián, son piroclastos y lavas de composición andesita (GAD de Santa Ana, 2015).

En este sector se ha detectado 9900 m2 de vetas de carbón en la zona de afluencia de la quebrada Cuscungo con el Río Quingeo. Las rocas de la Formación Tarqui que se forman en el período Cuaternario, en las épocas Pleistocénica y Holocénica, ubicadas a los extremos de la parroquia y en menor medida en el centro, están constituidas por conglomerados de base. Las rocas recientes son acumulaciones aluviales ocurridas en la época Holocénica, el Figura 2.4 1 los revela en la margen derecha de la quebrada Carnero en la comunidad San Antonio de Trabana (Sur centro) (GAD de Santa Ana, 2015).

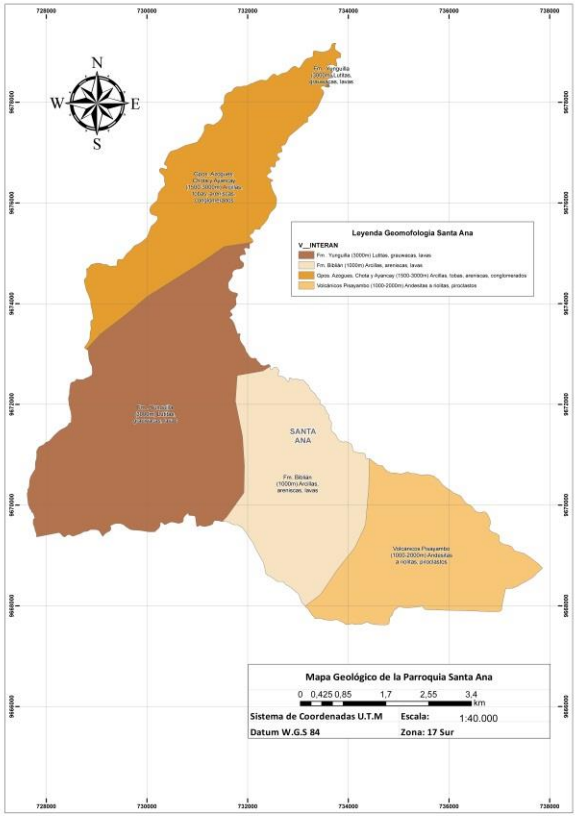

Figura 2.4 1: Geología de la parroquia Santa Ana.

2.5 Aspectos socio económicos.

El día 06 de enero de 2016 se realizó la encuesta socio-económica al sector de Auquilula. Como primer paso se realizó un acercamiento a los habitantes del sector de Auquilula dando a conocer el motivo de la presencia del encuestador en la zona y las razones por las que se efectuaban los estudios, haciendo hincapié de los beneficios que los integrantes de la comunidad obtendrían de los referidos estudios, además servirá a la E.P. ETAPA para gestionar la ejecución de las obras.

Posteriormente se procedió a realizar una encuesta de tipo socio-económica a cada uno de los integrantes de la comunidad para la elaboración del diagnóstico participativo.

Al contar con un sistema adecuado de disposición final de aguas servidas se eliminará la contaminación del ambiente, y al vivir en un ambiente sano, se mantiene la salud de los niños, personas mayores y adultos mayores. Y de igual manera al contar con el servicio de alcantarillado sanitario, se eliminaran las constantes enfermedades, permitiendo desalojar agua proveniente de las viviendas.

2.5.1 Datos de la unidad familiar y la vivienda.

De la encuesta de tipo censal practicada en el sector de Auquilula se desprende que existen en la actualidad 360 personas dando un promedio de 3.5 habitantes por vivienda. La participación de género de esta comunidad, estuvo representada en un 55.28% por integrantes femenino, 42.50% por integrantes masculinos y 2.22% por migrantes; como también la composición de la unidad familiar está conformada en un 43.18% mujeres mayores a 15 años, 32.95% hombres mayores a 15 años y menores de 15 años, el 13.35% son niñas contra un 10.51% que son niños. Ver porcentajes en las Figuras 2.5.1 1 y 2.5.1 2.

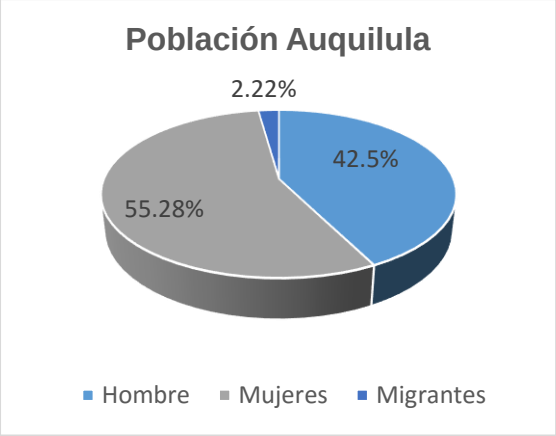

Figura 2.5.1 1: Población Auquilula.

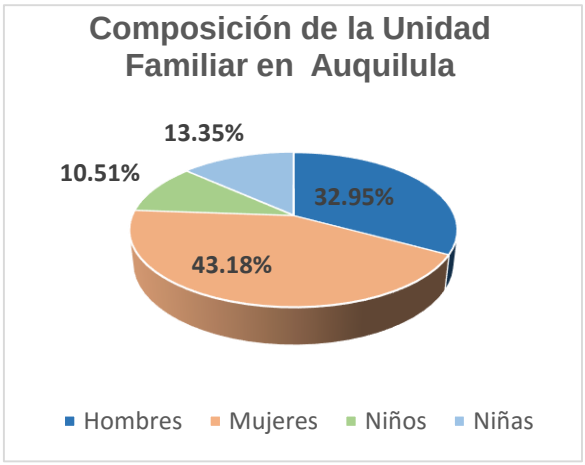

Figura 2.5.1 2: Composición de la unidad familiar en Auquilula.

2.6 Aspectos ambientales.

En cuanto a lo aspecto ambiental del sector de Auquilula podemos mencionar que está afectada por problemas serios que son: residuos sólidos y escombros de materiales de construcción los mismos que son desechados sobre el Río Quingeo, los malos olores de las aguas negras de las viviendas, el área verde de los márgenes del Río Quingeo son ocupados por sembríos sin respetar su retiro tipificado en la ordenanza municipal del Cantón Cuenca. A continuación se puede ver en las Figuras 2.6 1 y 2. 6 2.

Figura 2.6 1: Residuos sólidos y escombros en el Rio Quingeo.

Figura 2.6 2: Sembríos en el margen del Río Quingeo.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS EXISTENTES

3.1 Diagnóstico de sistemas existentes.

Actualmente el sector de Auquilula, no dispone de un sistema de alcantarillado y mucho menos un sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que la comunidad de Auquilula realiza la eliminación de las aguas servidas en fosas sépticas en la totalidad de las viviendas.

Cabe mencionar que en el centro de Santa Ana consta con sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales; en la actualidad existen dos plantas de tratamiento de aguas residuales; las mismas que son “El Cementerio” con una área aproximada de 138 m^2 con una área de cobertura de 32.9 Ha y “Los Laureles” con una área aproximada de 160 m^2 con una área de cobertura de 24.4 Ha. El sistema de tratamiento que se brinda es de una fosa séptica con un filtro anaerobio, encontrándose actualmente colapsadas. (GAD de Santa Ana, 2015). Ver Figuras 3.1 1 y 3.1 2.

Figura 3.1 1: Planta de tratamiento El Cementerio.

Figura 3.1 2: Planta de tratamiento Los Laureles.

Las dos plantas cuentan con cerramiento, para mantenerlas aisladas de personas extrañas y animales. Para la planta de “Los Laureles” el ingreso es a través del patio de una casa aledaña con una pendiente pronunciada, donde no existe un camino adecuado para ingresar con maquinaria y equipos; la de “El Cementerio” consta con una vía de acceso angosta lo cual dificulta la maniobrabilidad de vehículos grandes.

CAPÍTULO 4

CONCEPTUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS

4.1 Criterios utilizados para la conceptualización.

Cuando se trata de proyectos que contribuyen al desarrollo socio-económico del país, región o localidad como el proyecto actual, se tomaron en cuenta los criterios de: viabilidad técnica, posibilidad financiera, aceptabilidad ambiental y rentabilidad.

4.2 Sistemas propuestos (análisis técnico y económico de alternativas de diseño).

Se analizó la posibilidad de emplazar varias opciones para lograr el cometido de sanear en el área de estudio. Para la determinación de los sistemas de evacuación de las aguas residuales y pluviales, se tiene como opción implementar sistemas de alcantarillado combinado, sanitario y condominial para la zona del proyecto. Los criterios fundamentales que permiten definir la mejor alternativa son los siguientes:

4.3 Alcantarillado combinado.

Se analizó la opción de diseñar un alcantarillado combinado para el sector de Auquilula, pero debido al art. 37 “El alcantarillado pluvial y el sanitario constituyen sistemas independientes sin interconexión posible, los gobiernos autónomos descentralizados municipales exigirán la implementación de estos sistemas en la infraestructura urbanística” (Secretaia del Agua - Demarcación Hidrográfica Santiago, 2014).

También cabe recalcar que en el sector si existe cauces naturales de agua para aliviar el caudal pluvial que se provoca durante las aguas lluvias, por lo que representaría que el caudal pluvial que recibe el sector tendría un adecuado sistema de manejo, así los daños que se producirán en las vías y propiedades privadas serán mínimos y no provocara ningún malestar e incomodidad en los residentes del sector.

4.4 Alcantarillado condominial.

Se optó también por esta solución en vista de las necesidades presentadas de saneamiento en cuanto a viviendas distantes al sistema tradicional sanitario, sin embargo la longitud de redes necesarias en porcentaje es mínima.

4.5 Alcantarillado sanitario.

Para el caso de centros poblados no pavimentados y que no cuentan con programas de pavimentación a corto plazo, se considera como opción adecuada la implementación de los sistemas de alcantarillado sanitario en primera instancia y el alcantarillado pluvial en una etapa posterior.

4.6 Alternativa seleccionada.

Por lo antes expuesto se ratifica que la opción más apropiada para el sector en al ámbito técnico, social y económico es la de implementar un sistema de alcantarillado y condominial sanitario. En este punto cabe destacar que desde el punto de vista del relieve topográfico, se analizaron varias alternativas de trazado. Y considerando paralelamente el ámbito social, económico, y la distribución y disposición de los asentamientos de la población, se determinó que la alternativa que aquí se presenta es la óptima, es decir alcantarillado sanitario y condominial.

4.7 Disposición final de aguas residuales del sistema.

Las aguas residuales recolectadas por el alcantarillado sanitario del sector Auquilula y de las plantas de tratamiento el cementerio y los laureles, serán conducidas hacía la nueva planta que se emplazara en el sector ya antes mencionado, para luego de ser tratadas puedan ser descargadas al cauce del Río Quingeo.

CAPÍTULO 5

PARÁMETROS Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO

5.1 Bases de diseño.

Los parámetros de diseño adoptados para el dimensionamiento del sistema de alcantarillado corresponden a las Normas Codificadas 10.07-602 para el Abastecimiento de Agua Potable y Eliminación de Aguas Residuales en el Área Rural.

5.2 Período de diseño.

El período de diseño es el tiempo durante el cual servirán eficientemente las obras del sistema.

Los factores que intervienen en la selección del período de diseño son:

a. Vida útil de las estructuras y equipos tomando en cuenta la obsolescencia. desgaste y daños.
b. Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
c. Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
d. Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.

Se podrá adoptar el criterio recomendada por la literatura técnica, de la tabla 5.2 1.

Tabla 5.2 1: Periodo de diseño.

Componentes del sistema	Población menor a 20.000 habitantes	Población mayor a 20.000 habitantes
Interceptores y emisarios	20 años	30 años
Plantas de tratamiento	15 a 20 años	20 a 30 años
Estaciones de bombeo	20 años	30 años
Colectores	20 años	30 años

Nota: Periodos de diseño para distintas densidad poblacional.
Fuente: (RAS, 2000).

Como regla general, las obras con economías de escala significativas, se diseñarán para la capacidad final del diseño, en tanto que los otros con pequeñas economías de escala se diseñarán para períodos más cortos, de ser posibles múltiplos del período final.

Para la selección del período de diseño de las obras, además de lo anotado en los numerales anteriores, se tendrá en cuenta las facilidades de ampliación y el impacto ambiental de ejecución de la obra.

5.3 Población de diseño.

Es el número de habitantes servidos por el proyecto para el período de diseño, el cual debe ser establecido con base en la población inicial. Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica y exponencial.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio para el diseño.

La población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos.
Para la estimación de la población del proyecto se consideró el siguiente aspecto:

a. Población inicial, referida al número de habitantes dentro el área de proyecto, los cuales fueron determinados en base a los datos estadísticos provistos por el INEC, utilizando la herramienta informática REDATAM las cual nos permitió acceder a los datos de las diferentes zonas censales, con la información actualizada del censo del año 2010.
b. Para poblaciones menores, en caso de no contar con índice de crecimiento poblacional, se debe adoptar el índice de crecimiento de la población de la Parroquia. Si el índice de crecimiento fuera negativo se debe adoptar como mínimo un índice de crecimiento de 1% (INEC, 2010).

Se usó los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos para determinar la población de referencia o actual y los índices de crecimiento demográfico respectivos de la parroquia Santa Ana y el sector de Auquilula.

5.4 Métodos de cálculo.

Para determinar la población futura para el proyecto, es necesario conocer cuál es la posible distribución de la población. Se deben tomar en cuenta los métodos tradicionales como se muestra en la tabla 5.4 1.

Tabla 5.4 1: Métodos de proyección para poblaciones.

Método	Fórmula
Aritmético	$\boldsymbol{Pf = Po(1 + \frac{i.t}{100})}$
Geométrico	$\boldsymbol{Pf = Po(1 + \frac{i.t}{100})}$
Exponencial	$\boldsymbol{Pf = Po * e^{\frac{i.t}{100}}}$

Nota: Conocer la distribución de la población en el sector de Auquilula y la Parroquia Santa Ana.
Fuente: (RAS, 2000) y (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, Norma CO 10.7 - 601, 2010).

Tabla 5.4 2: Interpretación de variables.

Siglas	Significado	Unidades
Po	Población Actual	hab
Pf	Población Futura	hab
t	Periodo de Diseño	años
i	índice de crecimiento	%

Nota: Identificar las unidades en las que se expresa cada variable.
Fuente: (RAS, 2000).

Aplicando lo anterior, nuestra población de proyecto para el sector de Auquilula y la parroquia Santa Ana son las que se indican en las siguientes Tablas: 5.4 3 y 5.4 4.

Tabla 5.4 3: Proyección de la población para el sector de Auquilula.

MÉTODOS DE PROYECCIÓN PARA EL SECTOR DE AUQUILULA			
Año	**Aritmético**	**Geométrico**	**Exponencial**
2015	360	360	360
2016	365	365	365
2017	370	370	370
2018	375	375	375
2019	380	380	380
2020	385	386	386
2021	390	391	391
2022	395	396	397
2023	400	402	402
2024	405	407	408
2025	410	413	413
2026	415	419	419
2027	420	424	425
2028	425	430	431
2029	430	436	437
2030	435	442	443
2031	439	448	449
2032	444	454	455
2033	449	461	462
2034	454	467	468
2035	459	474	474

Nota: Analizar el comportamiento de la población en años futuros.

Tabla 5.4 4: Proyección de población para la parroquia Santa Ana.

MÉTODOS DE PROYECCIÓN PARA LA PARROQUIA SANTA ANA			
Año	**Aritmético**	**Geométrico**	**Exponencial**
2010	5366	5366	5366
2011	5440	5440	5441
2012	5514	5515	5516
2013	5588	5591	5593
2014	5662	5668	5671
2015	5736	5747	5749
2016	5810	5826	5829
2017	5884	5906	5910
2018	5958	5988	5992
2019	6032	6070	6076
2020	6107	6154	6160
2021	6181	6239	6246
2022	6255	6325	6332
2023	6329	6413	6420
2024	6403	6501	6510
2025	6477	6591	6600
2026	6551	6682	6692
2027	6625	6774	6785
2028	6699	6867	6879
2029	6773	6962	6975
2030	6847	7058	7072
2031	6921	7156	7170
2032	6995	7254	7269
2033	7069	7355	7370
2034	7143	7456	7473
2035	7217	7559	7577

Nota: Analizar el comportamiento de la población en años futuros.

De acuerdo al (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, CO 10.7 - 602, 2010), la población de diseño será la obtenida mediante el método geométrico.

A continuación en la Tabla 5.4 5 se presenta un resumen de la población obtenida para el periodo de diseño de 20 años.

Tabla 5.4 5: Resumen del cálculo de la población de diseño.

AUQUILULA		
Población Actual (Po)	360	hab
Población Futura (Pf)	474	hab
Periodo de Diseño (t)	20	años
Índice de crecimiento (i)	1,38	%

SANTA ANA		
Población Actual (Po)	5366	hab
Población Futura (Pf)	7559	hab
Periodo de Diseño (t)	20	años
Índice de crecimiento (i)	1,38	%

Nota: Parámetros que se utilizarán en el diseño de los sistemas de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales.

Como conclusión se puede decir que el horizonte de diseño es el año 2035.

5.5 Cobertura del servicio de agua potable.

El sector que comprende la zona del proyecto cuenta con servicio de agua potable del sistema de agua potable de CODESA (Corporación de Desarrollo de la Comunidad de Santa Ana) con una cobertura del 99%, con una cantidad de consumo básico de $5m^3$ por mes.

5.6 Dotación de agua potable.

De acuerdo al tipo de clima templado que posee el sector de Auquilula, asumimos una dotación de 130 lts/hab.día, según lo indicado en el (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, Norma CO 10.7 - 601, 2010). Ver Tabla 5.6 1.

Tabla 5.6 1: Dotaciones recomendadas.

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDÍA FUTURA (lts/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

Nota: La dotación se elegirá de acuerdo al tipo de clima que posea el sector en el que se vaya a implementar el proyecto.
Fuente: (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, Norma CO 10.7 - 601, 2010).

5.7 Caudales de diseño.

Según el Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitaras, el caudal de diseño es la suma de los caudales de aguas residuales domésticas, aguas ilícitas e infiltración (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, Norma CO 10.7 - 601, 2010).

$$Qd = Qsan + Qil + Qinf$$

Ecuación 5.7 1.

Donde:

$Qd =$ Caudal de diseño (lts/seg).

$Qsan =$ Caudal sanitario o de aguas residuales de aguas domésticas (lts/seg).

$Qil =$ Caudal de aguas ilícitas (lts/seg).

$Qinf =$ Caudal de infiltración (lts/seg).

La determinación de estos caudales se describe a continuación.

5.7.1 Caudal sanitario.

El caudal sanitario se obtiene con la siguiente expresión:

$$Qsan = \left(\frac{Pob * Dot}{86400}\right) * M * f$$

Ecuación 5.7.1 2.

Donde:

Pob = Población (hab).

Dot = Dotación (lts/hab.día).

M= Factor de mayoración.

F = Factor de retorno.

El factor de mayoración se obtiene con la fórmula de Harmon:

$$M = \frac{18 + \sqrt{\frac{Pob}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{Pob}{1000}}}$$

Ecuación 5.7.1 2.

En los tramos de cabeza, se adopta un caudal mínimo de diseño 1.50 lts/seg, correspondiente al que se produce por la descarga de los inodoros. (INEN, 1992) y (EX-Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), 1965).

5.7.2 Caudal de aguas ilícitas.

El caudal de aguas ilícitas se obtiene con la siguiente expresión:

$$Qil = \frac{80 * Pob}{86400}$$

Ecuación 5.7.2 3.

5.7.3 Caudal de infiltración.

El caudal de infiltración se obtiene con la siguiente expresión:

$$Qinf = \frac{Long * 1lt/seg}{1000}$$

Ecuación 5.7.3 4.

5.8 Coeficiente de retorno.

El coeficiente de retorno (f) es la relación que existe entre el caudal medio diario de aguas residuales domésticas y el caudal medio diario de agua que consume la población. Del total de agua consumida, solo una parte contribuye al alcantarillado, pues el saldo es utilizado para lavado de vehículos, lavado de aceras y calles, riego de jardines y huertas, irrigación de parques públicos, terrazas de residencias y otros.

De esta manera, el coeficiente de retorno depende de factores locales como la localización y tipo de vivienda, condición de las calles (pavimentadas o no), tipo de clima u otros factores.

Por lo tanto se considera para la determinación del caudal medio diario, un coeficiente de retorno del 80%, suponiendo que el 20% restante se empleará en otras actividades, incluyéndose además, en este el coeficiente las fugas que se producen en el sistema de agua potable.

Tabla 5.8 1: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.

COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	
Nivel de Complejidad del Sistema	**Coeficiente de Retorno**
Bajo y Medio	0.7 - 0.8
Medio alto y Alto	0.8 - 0.85

Nota: Verificar la complejidad del sistema y elegir el coeficiente de retorno de acuerdo a lo que se crea conveniente.
Fuente: (RAS, 2000).

Los diseños del sistema de alcantarillado sanitario se realizarán con el valor de f= 0.80. Dicho valor está en el rango (0.70 a 0.80) normalmente recomendado (RAS, 2000).

CAPÍTULO 6

DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

6.1 Diseño hidráulico de los colectores principales y secundarios.

El objetivo es determinar los parámetros que definen las propiedades de los elementos que conforman el sistema de alcantarillado, con la finalidad de obtener valores que cumplan de manera correcta con los criterios y normativas de diseño existentes.

Se dispondrán de esta manera todos los datos necesarios, tales como: dimensiones, material y diámetro de las tuberías de entrada y salida, diámetro del pozo, cota de la tapa, cota del fondo, cota del fondo de las tuberías entrantes, cota del fondo de la tubería saliente. A cada pozo se le ha dado una etiqueta para hacer la referencia en los respectivos cálculos, esta información se expondrá en la alternativa presentada en los siguientes Anexos.

Con respecto al diseño de los pozos, se deberá tomar en cuenta que los caudales transportados mediante los colectores, no generen inundación de los mismos, esto se lograra mediante la correcta elección y disposición de las tuberías tanto de entrada como de salida y el diámetro del pozo en sí, acatando las recomendaciones dispuestas por la normativa vigente.

6.2 Ubicación de los pozos de revisión.

En la Tabla 6.31 se presentan las coordenadas de en donde se emplazaran los pozos de revisión del alcantarillado sanitario para el sector de Auquilula.

Tabla 6.2 1 Ubicación de los pozos de revisión.

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE REVISIÓN				
NOMBRE	**COTA TAPA**	**COTA FONDO**	**NORTE**	**ESTE**
Pozo - (1)	2565,78	2563,9	9674938,2	729527,87
Pozo - (2)	2566,29	2564,48	9674958,43	729539,82
Pozo - (3)	2567,34	2565,39	9674971,61	729550,67
Pozo - (4)	2572,19	2570,18	9675017,02	729603,4
Pozo - (5)	2572,97	2570,3	9675028,04	729613,58
Pozo - (6)	2572,8	2570,53	9675045,03	729628,89

Pozo - (7)	2572,95	2571,07	9675068,55	729655,27
Pozo - (8)	2570,99	2568,9	9675084,23	729678,76
Pozo - (9)	2567,11	2565,39	9675106,44	729698,91
Pozo - (10)	2565,78	2563,7	9675115,51	729705,23
Pozo - (11)	2562,35	2559,9	9675144,58	729721,88
Pozo - (12)	2561,17	2559,39	9675156,51	729731,2
Pozo - (13)	2560,4	2558,39	9675164,43	729739,58
Pozo - (14.1)	2556,3	2554,28	9675200,39	729811,93
Pozo - (14)	2559,5	2557,5	9675174,15	729754,36
Pozo - (15)	2557,06	2552,42	9675214,14	729842,08
Pozo - (16)	2559,12	2553,53	9675232,98	729879,57
Pozo - (17)	2559,03	2553,17	9675252,13	729909,87
Pozo - (18)	2555,94	2552,45	9675274,88	729937,79
Pozo - (19)	2550,37	2548,39	9675302,07	729962,16
Pozo - (20)	2547,64	2544,84	9675317,07	729972,2
Pozo - (21)	2545,95	2543,4	9675382,22	730005,22
Pozo - (22)	2547,5	2545,5	9675430,64	730027,85
Pozo - (23)	2547,68	2545,77	9675447,87	730032,95
Pozo - (24)	2548,04	2546,39	9675468,65	730041,18
Pozo - (25)	2549,47	2547,37	9675498,39	730048,53
Pozo - (26)	2550,19	2548,39	9675507,48	730050,38
Pozo - (27)	2551,26	2549,39	9675517,06	730054,24
Pozo - (28)	2553,16	2551,39	9675530,04	730063,79
Pozo - (29)	2560,03	2557,93	9675583,39	730122,94
Pozo - (30)	2558,2	2556,39	9675605,22	730146,08
Pozo - (31)	2556,04	2554,39	9675620,15	730166,98
Pozo - (32)	2552,64	2549,9	9675637,75	730182,97
Pozo - (33)	2548,4	2546,39	9675681,5	730211,96
Pozo - (34)	2547,34	2545,39	9675693,83	730215,24
Pozo - (35)	2546,05	2544,39	9675708,71	730215,65
Pozo - (36)	2544,27	2542,73	9675726,4	730212,76
Pozo - (37)	2590,16	2588,28	9675065,79	729511,99
Pozo - (38)	2582,39	2580,33	9675051,15	729550,01
Pozo - (39)	2579,84	2577,91	9675048,84	729562,87
Pozo - (40)	2576,72	2574,7	9675048,38	729583,58
Pozo - (41)	2576,31	2574,42	9675050,53	729591,19
Pozo - (42)	2575,3	2573,31	9675066,54	729618,61
Pozo - (43)	2574,53	2572,34	9675065,49	729624,38
Pozo - (44)	2586,32	2584,44	9675308,96	729653,16
Pozo - (45)	2585,54	2583,61	9675311,84	729658,06
Pozo - (46)	2585,2	2582,9	9675323,13	729669,67
Pozo - (47)	2573,3	2571,23	9675313,8	729694,32
Pozo - (48)	2569,21	2567,14	9675293,41	729699,31
Pozo - (49)	2565,75	2563,55	9675274,43	729706,89
Pozo - (50)	2563,71	2561,7	9675260,55	729717,7

Pozo - (51)	2562,74	2560,8	9675255,85	729725,56
Pozo - (52)	2561,39	2559,43	9675258,73	729734,81
Pozo - (53)	2560,69	2558,75	9675267,38	729737,33
Pozo - (54)	2560,4	2557,57	9675289,03	729738,79
Pozo - (55)	2559,2	2557,31	9675292,85	729748,64
Pozo - (56)	2557,16	2555,15	9675286,25	729761,87
Pozo - (57)	2555,2	2553,35	9675264,8	729788,59
Pozo - (58)	2554,75	2552,9	9675247,65	729814,12
Pozo - (59)	2556,44	2552,57	9675229,22	729841,56
Pozo - (60)	2585,46	2583,58	9675615,39	729872,81
Pozo - (61)	2584,86	2582,06	9675641,24	729894,53
Pozo - (62)	2581,75	2579,81	9675641,24	729903,03
Pozo - (63)	2577,82	2576,1	9675626,47	729903,04
Pozo - (64)	2572,37	2570,9	9675608,99	729907,72
Pozo - (65)	2567,71	2565,9	9675598,07	729914,67
Pozo - (66)	2556,3	2554,3	9675580,21	729950,39
Pozo - (67)	2551,11	2548,3	9675559,56	729983,23
Pozo - (68)	2549,79	2547,82	9675534,24	730023,48
Pozo - (69)	2550,16	2547,61	9675520,68	730039,35
Pozo - (70)	2563,94	2562,06	9675639,08	729971,89
Pozo - (71)	2562,34	2560,46	9675632,46	729978,18
Pozo - (72)	2559,21	2557,14	9675612,62	729974,86
Pozo - (73)	2557,08	2555,19	9675601,71	729977,18
Pozo - (74)	2553,58	2551,68	9675582,86	729978,83
Pozo - (75)	2565,69	2563,81	9675699,93	730027,88
Pozo - (76)	2563,81	2561,92	9675698,83	730047,75
Pozo - (77)	2562,18	2560,2	9675696,33	730058,57
Pozo - (78)	2561,04	2559,16	9675692,98	730064,42
Pozo - (79)	2560,8	2558,86	9675686,28	730064,18
Pozo - (80)	2561,63	2558,76	9675679,19	730057,3
Pozo - (81)	2561,51	2558,65	9675669,09	730053,02
Pozo - (82)	2560,83	2558,58	9675663,52	730057,09
Pozo - (83)	2559,41	2557,48	9675663,69	730070,11
Pozo - (84)	2557,97	2556,02	9675673,79	730081,65
Pozo - (85)	2556,21	2554,27	9675674,85	730091,56
Pozo - (86)	2554,38	2552,42	9675669,98	730106,94
Pozo - (87)	2553,37	2551,92	9675650,4	730151,92
Pozo - (88)	2552,66	2550,9	9675642,89	730173,72
Pozo - (89)	2670,74	2668,86	9674778,27	730260,51
Pozo - (90)	2669,29	2666,47	9674796,46	730254,6
Pozo - (91)	2661,77	2656,69	9674844,57	730270,07
Pozo - (92)	2659,3	2656,9	9674865,38	730266,06
Pozo - (93)	2658,5	2657	9674883,61	730255,63
Pozo - (94)	2661,34	2659,85	9674896,41	730227,31
Pozo - (95)	2663,56	2661,9	9674896,41	730212,13

Pozo - (96)	2667,65	2665,55	9674882,59	730188,18
Pozo - (97)	2668,79	2666,9	9674863,29	730176,2
Pozo - (98)	2668,84	2666,9	9674819,2	730161,22
Pozo - (99)	2664,99	2662,99	9674800,2	730146,76
Pozo - (100)	2660,6	2658,4	9674792,85	730131,14
Pozo - (101)	2656,12	2653,88	9674794,71	730112,8
Pozo - (102)	2649,39	2647,18	9674808,54	730077,08
Pozo - (103)	2645,09	2643,1	9674805,6	730055,25
Pozo - (104)	2641,59	2639,63	9674788,6	730038,49
Pozo - (105)	2638,48	2636,08	9674744,18	730022,21
Pozo - (106)	2633,67	2631,74	9674731,12	730001,12
Pozo - (107)	2629,74	2627,67	9674736,97	729981,08
Pozo - (108)	2626,05	2624,4	9674752,21	729968,21
Pozo - (109)	2619,29	2617,77	9674811,29	729953,45
Pozo - (110)	2619,03	2617,44	9674843,53	729948,6
Pozo - (111)	2620,86	2617,19	9674868,71	729948,41
Pozo - (112)	2627,01	2625	9674919,41	729951,8
Pozo - (113)	2628,11	2626,14	9674941,1	729944,33
Pozo - (114)	2626,35	2624,23	9674953,31	729929,65
Pozo - (115)	2622,27	2620,25	9674955,79	729911,72
Pozo - (116)	2618,05	2615,91	9674950,29	729895,66
Pozo - (117)	2615,03	2613,4	9674929,21	729882,49
Pozo - (118)	2611,34	2609,4	9674874,28	729864
Pozo - (119)	2611,97	2609,16	9674842,06	729848,53
Pozo - (120)	2609,47	2607,5	9674829,58	729827,12
Pozo - (121)	2605,18	2603,4	9674829,55	729805,64
Pozo - (122)	2595,97	2593,85	9674839,62	729780,18
Pozo - (123)	2590,95	2588,97	9674853,64	729767,13
Pozo - (124)	2590,35	2588,77	9674872,67	729760,96
Pozo - (125)	2590,03	2587,4	9674905,12	729756,66
Pozo - (125.1)	2578,99	2577,42	9674892,5	729698,37
Pozo - (125.2)	2579,23	2577,22	9674892,38	729680,69
Pozo - (125.3)	2581,53	2576,92	9674912,38	729658,24
Pozo - (125.4)	2581,86	2576,67	9674905,82	729633,97
Pozo - (125.5)	2575,65	2572,6	9674868,11	729618,6
Pozo - (125.6)	2571,78	2569,37	9674847,09	729592,97
Pozo - (125.7)	2571,57	2569,14	9674885,3	729556,5
Pozo - (126)	2593,89	2591,82	9674925,67	729768,34
Pozo - (127)	2602,16	2600,19	9674958,48	729829,92
Pozo - (128)	2600	2598,02	9674977,7	729834,11
Pozo - (129)	2594,25	2592,28	9675000,88	729829,04
Pozo - (130)	2588,03	2586,3	9675014,86	729810,78
Pozo - (131)	2584,67	2582,9	9675014,86	729785
Pozo - (132)	2584,97	2582,7	9675003,38	729771,34
Pozo - (133)	2588,13	2582,45	9674964,01	729744,93

Pozo - (134)	2585,82	2582,21	9674952,08	729723,61
Pozo - (135)	2583,36	2581,6	9674956,58	729708,17
Pozo - (136)	2578,51	2576,9	9674977,25	729668,42
Pozo - (137)	2577,56	2575,9	9674977,25	729637,61
Pozo - (138)	2578,87	2575,7	9674966,17	729623,41
Pozo - (139)	2580,85	2575,35	9674935,18	729606,79
Pozo - (140)	2578,1	2575,12	9674916,68	729593,13
Pozo - (141)	2572,67	2569,04	9674917,39	729565,65
Pozo - (141.1)	2574,05	2568,39	9674975,07	729596,23
Pozo - (141.2)	2573,61	2567,8	9675012,62	729641,07
Pozo - (142)	2633,4	2631,52	9674719,19	730001,48
Pozo - (143)	2633,27	2631,35	9674708,21	730002,53
Pozo - (144)	2631,78	2629,89	9674698,34	729998,11
Pozo - (145)	2625,63	2623,6	9674677,05	729979,97
Pozo - (146)	2623,32	2621,44	9674672,65	729971,44
Pozo - (147)	2620,29	2618,34	9674673,17	729955,55
Pozo - (148)	2618,84	2616,88	9674679,8	729943,33
Pozo - (149)	2615,61	2614	9674690,45	729920,69
Pozo - (150)	2616,62	2613,9	9674697,49	729919,68
Pozo - (151)	2619,03	2613,76	9674710,83	729924,86
Pozo - (152)	2619,38	2613,61	9674725,83	729927,87
Pozo - (153)	2618,7	2613,45	9674741,58	729926,01
Pozo - (154)	2616,22	2613,25	9674760,48	729919,08
Pozo - (155)	2614,84	2613,02	9674779,17	729906,01
Pozo - (156)	2613,94	2612,03	9674788,76	729886,29
Pozo - (157)	2612,99	2611,04	9674802,02	729849,16
Pozo - (158)	2610	2607,94	9674803,86	729830,45
Pozo - (159)	2607,19	2605,2	9674802,47	729813,92
Pozo - (160)	2605,81	2603,91	9674807,96	729807,67
Pozo - (161)	2659,66	2656,59	9674853,34	730275,48
Pozo - (162)	2653,03	2650,87	9674888,92	730284,97
Pozo - (163)	2649,24	2647,34	9674913,79	730292,91
Pozo - (164)	2645,24	2643,12	9674940,51	730298,2
Pozo - (165)	2641,16	2639,18	9674963	730299,52
Pozo - (166)	2630,86	2628,82	9675007,98	730289,73
Pozo - (167)	2625,98	2624,07	9675033,11	730295,02
Pozo - (168)	2622,98	2621,04	9675050,31	730306,93
Pozo - (169)	2616,9	2614,63	9675072,01	730327,83
Pozo - (170)	2612,88	2610,66	9675094,5	730330,48
Pozo - (171)	2610,68	2608,7	9675110,9	730335,24
Pozo - (172)	2608,77	2606,79	9675122,81	730344,76
Pozo - (173)	2607,93	2606,01	9675152,97	730353,76
Pozo - (174)	2607,15	2605	9675165,14	730329,15
Pozo - (175)	2606,88	2604,9	9675161,97	730320,95
Pozo - (176)	2607,24	2604,79	9675152,71	730310,1

Pozo - (177)	2606,96	2604,66	9675147,68	730298,73
Pozo - (178)	2604,85	2602,83	9675146,09	730269,62
Pozo - (179)	2601,45	2599,4	9675164,35	730262,48
Pozo - (180)	2592	2589,9	9675216,96	730250,56
Pozo - (180.1)	2576,5	2574,9	9675267,37	730138,97
Pozo - (180.2)	2560,79	2557,37	9675283,88	730095,9
Pozo - (180.3)	2547,02	2544,02	9675303,91	730041,66
Pozo - (181)	2593,09	2590,94	9675016,91	729839,54
Pozo - (182)	2588,75	2586,78	9675032,11	729834,28
Pozo - (184)	2573,14	2567,31	9675044,97	729678,06
Pozo - (184.1)	2570,48	2567,81	9675068,86	729735,49
Pozo - (184.2)	2569,67	2566,73	9675077,95	729717,99
Pozo - (186)	2559,21	2556,01	9675146,05	729766,28
Pozo - (187)	2558	2555,06	9675191,58	729849,25
Pozo - (188)	2558,01	2554,92	9675259,19	729952,4
Pozo - (189)	2546,11	2543,15	9675313,19	730017
Pozo - (190)	2545,14	2542,92	9675369,83	730038,63
Pozo - (191)	2548,57	2542,62	9675457,87	730074,89
Pozo - (192)	2554,77	2553,3	9675524,51	730090,49
Pozo - (193)	2556	2552,11	9675605,21	730179,16
Pozo - (194)	2553,4	2551,86	9675622,01	730195,78
Pozo - (195)	2550,5	2548,7	9675684,29	730232,26
Pozo - (196)	2548,42	2543,9	9675715,01	730235,89
Pozo - (202)	2678,97	2677,09	9674740,29	730392,95
Pozo - (203)	2670	2667,95	9674779,41	730369,36
Pozo - (204)	2653,34	2651,78	9674844,07	730368,45
Pozo - (206)	2625,41	2622,6	9675004,68	730391,22
Pozo - (206.1)	2610,12	2607,9	9675104,02	730396,6
Pozo - (206.2)	2606,63	2604,9	9675160,81	730404,96
Pozo - (207)	2606,62	2601,08	9675198,12	730425,72
Pozo - (207.1)	2605,87	2600,12	9675208,38	730330,28
Pozo - (208)	2695,55	2693,67	9675134,5	730935,92
Pozo - (209)	2691,17	2689,21	9675129,28	730907,62
Pozo - (210)	2689,48	2687,02	9675096,17	730901,3
Pozo - (211)	2688,8	2686,9	9675098	730896,88
Pozo - (212)	2688,88	2686,67	9675121,34	730894,73
Pozo - (213)	2688,16	2686,18	9675133	730888
Pozo - (214)	2685,75	2683,78	9675140,5	730876,51
Pozo - (215)	2670,01	2667,39	9675172	730817,5
Pozo - (216)	2666,86	2664,87	9675177	730804
Pozo - (217)	2661,99	2659,96	9675178,5	730784
Pozo - (218)	2656,57	2654,53	9675185,5	730758,5
Pozo - (219)	2649,16	2647,01	9675186	730726,5
Pozo - (220)	2645,22	2643,33	9675184	730709,5
Pozo - (221)	2640,8	2638,79	9675180,5	730690,5

Pozo - (222)	2632,45	2630,22	9675192,5	730643
Pozo - (223)	2627,29	2625,29	9675192,62	730616,38
Pozo - (224)	2623,78	2621,76	9675203,5	730603
Pozo - (224.1)	2605,94	2602,39	9675199,43	730538,58
Pozo - (224.2)	2604,97	2601,91	9675199,04	730514,02
Pozo - (226)	2715,44	2713,56	9675357,79	731019,18
Pozo - (227)	2713,01	2711	9675372,5	731002,5
Pozo - (228)	2709,9	2707,99	9675382,5	730988,5
Pozo - (229)	2705,93	2703,65	9675395,5	730974
Pozo - (230)	2702,38	2700,43	9675413	730960,5
Pozo - (231)	2700,96	2698,7	9675423	730956,5
Pozo - (232)	2699,27	2696,89	9675462,5	730949,5
Pozo - (233)	2694,84	2692,9	9675485	730940,5
Pozo - (234)	2688,92	2686,95	9675532,5	730938,5
Pozo - (235)	2688,1	2686,15	9675555	730943,5
Pozo - (236)	2687,04	2684,38	9675593,5	730951
Pozo - (237)	2687,4	2684,26	9675605	730954
Pozo - (238)	2681,54	2679,56	9675637,5	730949,5
Pozo - (239)	2678,37	2676,4	9675649	730946,5
Pozo - (240)	2673,64	2670,8	9675662,5	730939,5
Pozo - (241)	2660,46	2657,76	9675695,5	730915,5
Pozo - (242)	2658,05	2656,04	9675706,5	730905
Pozo - (243)	2654,97	2653	9675751	730854,5
Pozo - (244)	2655,42	2652,8	9675767	730828,5
Pozo - (245)	2655,79	2652,58	9675775,5	730808
Pozo - (246)	2649,1	2647,05	9675789,5	730770,5
Pozo - (247)	2643,52	2641,42	9675796	730743
Pozo - (248)	2640,31	2638,2	9675799,5	730726
Pozo - (249)	2639,22	2637,3	9675803	730716
Pozo - (250)	2638,7	2636,9	9675812	730708
Pozo - (251)	2638,44	2636,86	9675818,5	730704,5
Pozo - (252)	2638,26	2636,69	9675825,5	730703,5
Pozo - (253)	2640,02	2636,32	9675811,5	730669,5
Pozo - (254)	2637,37	2635,8	9675780,5	730651,5
Pozo - (255)	2632,44	2630,45	9675755	730639,5
Pozo - (256)	2630,19	2628,1	9675749	730618
Pozo - (257)	2629,51	2627,82	9675749,5	730590
Pozo - (258)	2626,8	2625,23	9675742	730573,5
Pozo - (259)	2628,03	2624,95	9675746,61	730555,6
Pozo - (260)	2627,64	2624,61	9675758,5	730523,5
Pozo - (261)	2627,15	2624,29	9675779,5	730499
Pozo - (262)	2627,22	2623,97	9675807,5	730484,5
Pozo - (264)	2628,8	2623,69	9675834	730476
Pozo - (265)	2624,44	2620,46	9675836	730467
Pozo - (266)	2619,92	2618,07	9675830,5	730462,5

Pozo - (267)	2613,97	2612,44	9675815	730460
Pozo - (268)	2610,63	2608,65	9675798,5	730463,5
Pozo - (269)	2608,41	2606,34	9675765,9	730477,95
Pozo - (270)	2602,14	2600,48	9675731,5	730490
Pozo - (271)	2588,16	2584,58	9675696,5	730486,5
Pozo - (272)	2583,87	2581,85	9675689	730480
Pozo - (273)	2565,6	2561,91	9675682,5	730426,5
Pozo - (274)	2563,57	2561,77	9675672,5	730418
Pozo - (275)	2562,77	2561,19	9675630,5	730418,5
Pozo - (276)	2563,18	2561,02	9675615	730412,5
Pozo - (277)	2563,69	2560,81	9675602,5	730395,5
Pozo - (277.1)	2564	2559,87	9675603,88	730301,83
Pozo - (277.2)	2562,26	2559,51	9675631,54	730278,32
Pozo - (277.3)	2556,47	2554,9	9675640,34	730244,53
Pozo - (277.4)	2552,38	2550,25	9675655,09	730222,25
Pozo - (278)	2564,76	2562,79	9675591,5	730377
Pozo - (279)	2565,57	2562,9	9675581,5	730372,5
Pozo - (280)	2580,91	2579,03	9675493,5	730285,5
Pozo - (281)	2580,54	2578,63	9675489	730275
Pozo - (282)	2576,9	2574,77	9675472,5	730245,5
Pozo - (283)	2574,57	2572,62	9675467,5	730231,5
Pozo - (284)	2571,08	2569,14	9675467,03	730216,06
Pozo - (285)	2568,03	2566,01	9675464	730202,5
Pozo - (286)	2565,79	2563,74	9675458,5	730191,5
Pozo - (287)	2561,68	2559,79	9675442,5	730167
Pozo - (288)	2558,88	2556,96	9675433	730150
Pozo - (289)	2556,95	2555,05	9675430	730139,5
Pozo - (290)	2554,71	2552,78	9675432	730128
Pozo - (291)	2705,49	2703,42	9675375,5	730961,5
Pozo - (292)	2702,55	2700,58	9675374	730950
Pozo - (293)	2699,54	2697,61	9675376,51	730940,24
Pozo - (294)	2696,66	2694,66	9675383,5	730931
Pozo - (295)	2688,21	2685,99	9675407,5	730903
Pozo - (296)	2686,13	2684,25	9675412,5	730895
Pozo - (297)	2684,07	2682,12	9675412,39	730887
Pozo - (298)	2680,97	2679,03	9675410	730876
Pozo - (299)	2677,98	2676,01	9675405,5	730866
Pozo - (300)	2675,19	2673,21	9675400	730856,5
Pozo - (301)	2669,55	2667,9	9675393	730838,5
Pozo - (302)	2664,78	2663,18	9675390,5	730824
Pozo - (303)	2656,91	2654,9	9675383	730800,5
Pozo - (304)	2651,96	2650,01	9675379,5	730783,5
Pozo - (305)	2647,7	2645,12	9675377	730762,5
Pozo - (306)	2644,04	2642,13	9675378,3	730731,03
Pozo - (307)	2642,89	2640,89	9675379,5	730718

Pozo - (308)	2641,92	2639,99	9675379	730698
Pozo - (309)	2640,96	2639,02	9675376	730685,5
Pozo - (310)	2640,33	2638,43	9675369,5	730676,94
Pozo - (311)	2639,52	2637,58	9675358	730666,5
Pozo - (312)	2638,91	2637,02	9675351,5	730661
Pozo - (313)	2638,03	2636,14	9675348	730655,5
Pozo - (314)	2637,47	2635,38	9675345,36	730646,95
Pozo - (315)	2635,81	2633,79	9675341,29	730618,29
Pozo - (316)	2631,72	2629,82	9675332,5	730581,5
Pozo - (317)	2629,72	2627,75	9675331,5	730569
Pozo - (318)	2629,02	2627,13	9675334,5	730566
Pozo - (319)	2629,11	2627,05	9675342	730568
Pozo - (320)	2626,08	2623,99	9675370,22	730576,78
Pozo - (321)	2623,77	2621,86	9675381,5	730579
Pozo - (322)	2621,11	2619,16	9675393	730579
Pozo - (323)	2617,13	2615,06	9675406,45	730575,45
Pozo - (324)	2609,25	2606,41	9675443	730569,5
Pozo - (325)	2607,78	2605,87	9675449,76	730564,8
Pozo - (326)	2606,41	2604,48	9675454	730557,5
Pozo - (327)	2602,85	2600,64	9675464,5	730535,5
Pozo - (328)	2598,37	2596,49	9675481	730509,5
Pozo - (329)	2595,59	2593,27	9675486,03	730492,53
Pozo - (330)	2593,09	2591,02	9675490,5	730471,5
Pozo - (331)	2591,9	2590,24	9675492	730457
Pozo - (332)	2592,04	2589,9	9675487	730424
Pozo - (333)	2589,29	2587,19	9675486	730402
Pozo - (334)	2586,08	2584,3	9675481,5	730363,5
Pozo - (335)	2586,35	2584,03	9675471	730338,5
Pozo - (336)	2586,7	2583,9	9675467,5	730326
Pozo - (337)	2586,3	2583,37	9675469	730312,5
Pozo - (338)	2585,25	2583,28	9675473,83	730305,04
Pozo - (339)	2582,57	2580,56	9675484,93	730291,75
Pozo - (340)	2581,15	2579,27	9675489,5	730282,5
Pozo - (348)	2640	2637,25	9674911,46	730395,61

Nota: Las pozos de revisión se encuentran en el sistema de coordenadas WGS84.

6.3 Determinación de áreas de aporte.

Se determinó la sub-cuenca aportante, y se considera como zona de aporte la propensa a admitir asentamientos humanos. Se identificó con varias inspecciones de campo las zonas que se deberían consideran para incluir en el proyecto, con el reconocimiento se logró determinar los coeficientes y parámetros requeridos para el cálculo de los caudales que

se deben transmitir por las redes de alcantarillado. A continuación se puede ver las áreas de aporte en el Figura 6.3 1 y los valores respectivos en la Tabla 6.3 1.

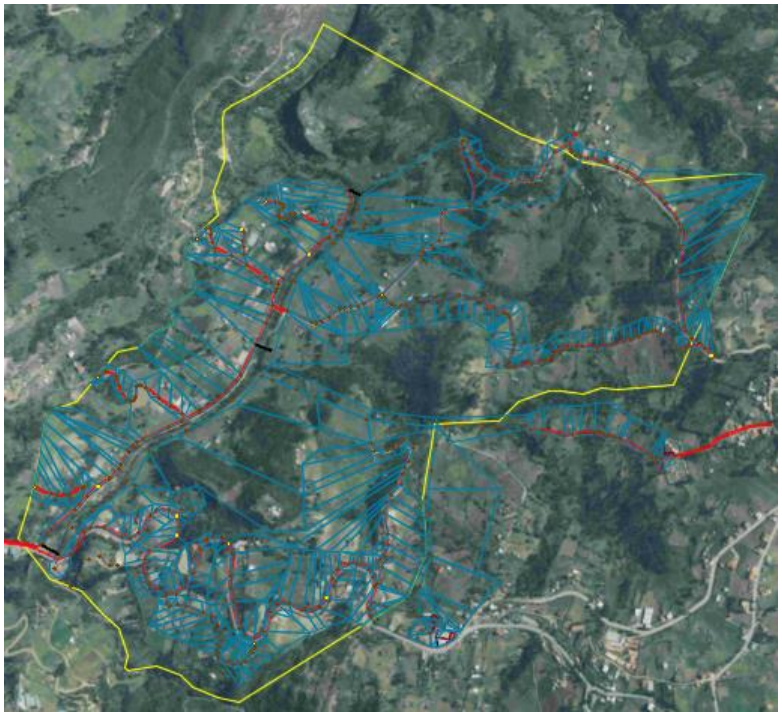

Figura 6.3 1: Área de aporte del sector Auquilula.
Nota: Las áreas se representan mediante las poli líneas de color celeste.

Tabla 6.3 1: Áreas de aporte para cada pozo de revisión

TRAMO POZO	ÁREA Ha	TRAMO POZO	ÁREA Ha	TRAMO POZO	ÁREA Ha	TRAMO POZO	ÁREA Ha
TC 37	0,00	75	0,00	11	0,33	154	0,18
38	0,16	76	0,08	12	0,15	155	0,24
39	0,10	77	0,07	13	0,40	156	0,23
40	0,20	78	0,04	14	0,07	157	0,25
41	0,17	79	0,00	14,1	0,10	158	0,15
42	0,38	80	0,01	15	0,76	159	0,05
43	0,13	81	0,02	16	0,06	160	0,03
COLEC VP 5	0,03	82	0,01	17	0,36	121	0,04
		83	0,02	18	0,69		
TC 44	0,00	84	0,04	19	0,59	TC 89	0,00
45	0,01	85	0,03	20	0,78	90	0,16
46	0,02	86	0,04	21	1,39	91	0,30
47	0,26	87	0,18	190	0,00	161	0,05
48	0,03	88	0,11			162	0,29
49	0,08	32	0,11	TC 29	0,00	163	0,27
50	0,10			28	1,45	164	0,26
51	0,02	TC 7	0,00	27	0,05	165	0,09
52	0,00	6	0,05	26	0,01	166	0,56
53	0,01	5	0,07	25	0,00	167	0,54
54	0,03	4	0,01	24	0,81	168	0,36

55	0,01	3	0,08	23	0,37	169	0,43
56	0,03	2	0,02	22	0,16	170	0,75
57	0,14	1	0,18	21	0,47	171	0,57
58	0,17	141	0,10	190	0,00	172	0,53
59	0,15	141,1	0,05			173	0,79
COLEC VP15	0,02	141,2	0,05	TC 29	0,00	174	0,02
		184	0,05	30	0,30	175	0,02
TC 70	0,00	184,2	0,44	31	0,28	176	0,03
71	0,05	186	0,34	32	0,02	177	0,38
72	0,05	187	3,32	33	0,12	178	0,51
73	0,06	188	3,57	34	0,30	179	0,33
74	0,06	189	1,14	35	0,24	180	2,06
67	0,07	190	0,38	36	0,26		
		191	3,43	TC 142	0,00	TC 98	0,33
TC 60	0,00	192	0,62	143	0,04	97	0,35
61	0,02	193	1,04	144	0,14	96	0,18
62	0,01	194	2,45	145	0,15	95	0,30
63	0,02	277.4	0,16	146	0,07	94	0,05
64	0,07	195	1,12	147	0,08	93	0,16
65	0,05	196	1,82	148	0,10	92	0,15
66	0,26	36	0,00	149	0,18	Y 91	0,23
67	0,26	TC 7	0,00	150	0,05		
68	0,20	8	0,44	151	0,07	TC 98	0,35
69	0,09	9	0,58	152	0,14	99	0,33
COLEC VP 25	0,03	10	0,11	153	0,18	100	0,35
TRAMO	**ÁREA**	**TRAMO**	**ÁREA**	**TRAMO**	**ÁREA**	**TRAMO**	**ÁREA**
POZO	**Ha**	**POZO**	**Ha**	**POZO**	**Ha**	**POZO**	**Ha**
101	0,25	129	0,08	COLEC 189	1,19	260	0,09
102	0,54	130	0,06			261	0,07
103	0,33	131	0,05	UNIÓN 202	61,52	262	0,06
104	0,64	132	0,04	203	0,26	264	0,01
105	0,37	133	0,22	204	0,61	265	0,05
106	0,17	134	0,17	348	1,13	266	0,01
107	0,12	135	0,15	206	0,84	267	0,04
108	0,03	136	0,12	206,1	0,89	268	0,02
109	0,36	137	0,16	206,2	0,52	269	0,08
110	0,50	138	0,04	PFM 207	1,04	270	0,11
111	0,50	139	0,05			271	0,19
118	2,21	140	0,03	TC 226	0,00	272	1,26
		141	0,17	227	0,09	273	0,27
TC 113	0,00			Y 228	0,07	274	0,06
112	0,46	TC 129	0,00	229	0,08	275	0,23
111	0,77	181	0,09	230	0,08	276	0,05
		182	0,12	231	0,30	a colector 277	0,16
TC 113	0,00	184,1	0,20	232	0,24		
114	0,05	184,2	0,23	233	0,16	TC 280	0,00
115	0,02			234	0,28	279	1,64
116	0,03	UNION208	61,52	235	0,67	278	1,64
117	0,06	209	0,02	236	0,26	a colector 277	1,64
118	0,40	210	0,04	237	0,61		
119	0,27	211	0,00	238	0,34	PFT 277	0,10
120	0,29	212	0,02	239	0,13	277.1	0,10
121	0,11	213	0,07	240	0,17	277.2	0,11
122	0,06	214	0,04	241	0,45	277.3	0,11
123	0,30	215	0,43	242	0,16	COLECTOR 354(277.4)	0,10

124	0,14	216	0,04	243	0,95		
125	0,29	217	0,21	244	0,07	Y 228	0,07
		218	0,26	245	0,05	291	0,06
TC 127	0,00	219	0,21	246	0,10	292	0,02
126	0,30	220	0,12	247	0,06	293	0,02
125	0,27	221	0,12	248	0,05	294	0,02
125,1	0,09	222	0,27	249	0,02	295	0,14
125,2	0,12	223	0,12	250	0,02	296	0,04
125,3	0,20	224	0,05	251	0,01	297	0,05
125,4	0,23	224.1	0,31	*Y 252	0,04	298	0,01
125,5	9,02	224.2	0,12	253	0,10	299	0,02
125,6	0,95	207	0,42	254	0,04	300	0,05
125,7	1,52	207.1	0,10	255	0,10	301	0,07
141	0,17	180	2,06	256	0,04	302	0,05
		180.1	5,56	257	0,08	303	0,08
TC 127	0,00	180.2	2,09	258	0,02	304	0,06
128	0,09	180.3	2,62	259	0,02	305	0,07
TRAMO	**ÁREA**	**TRAMO**	**ÁREA**	**TRAMO**	**ÁREA**	**TRAMO**	**ÁREA**
POZO	**Ha**	**POZO**	**Ha**	**POZO**	**Ha**	**POZO**	**Ha**
306	0,10	318	0,01	330	0,11	282	0,12
307	0,05	319	0,17	331	0,07	283	0,05
308	0,08	320	0,12	332	0,16	284	0,16
309	0,06	321	0,05	333	0,13	285	0,15
310	0,04	322	0,09	334	0,20	286	0,04
311	0,07	323	0,06	335	0,17	287	0,08
312	0,01	324	0,11	336	0,21	288	0,06
313	0,01	325	0,06	337	0,05	289	0,03
314	0,02	326	0,04	338	0,04	290	0,01
315	0,10	327	0,10	339	0,07	191	0,34
316	0,07	328	0,08	340	0,04		
317	0,02	329	0,15	281	0,08		

6.4 Consideraciones particulares en el diseño de los colectores.

Para proceder a realizar el diseño hidráulico de los colectores se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- El sistema abarcara toda el área de influencia del proyecto (116.3177 Ha); por lo tanto se trazaran redes por todas las vías, calles y caminos vecinales que pertenezcan a esta área, para dar una cobertura del 100% a la población proyectada.
- El diseño de las redes de alcantarillado se las realiza para el fin del período de diseño, que es el año 2035.
- Se determinaran redes de alcantarillado sanitario según la propuesta definida.
- Se determina el caudal que debe transportar cada tramo de colector evaluado (q).

- Se establece el caudal que puede transportar, a sección llena, cada tramo de colector evaluado (Q).
- Se comparan, de tramo en tramo, los caudales (q) y (Q), pudiendo suceder que:
    - ✓ El caudal (Q) es mayor o igual al caudal (q), entonces, se considera que el tramo evaluado, según el aspecto hidráulico, satisface los requerimientos del proyecto.
    - ✓ El caudal (Q) es menor al caudal (q), entonces, se considera que el tramo evaluado, según el aspecto hidráulico, no satisface los requerimientos del proyecto, por lo que se deberá modificar los parámetros del mismo para que cumpla con el parámetro mencionado.
- Se comprueban las velocidades para que cumplan con los valores expresados en la (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, CO 10.7 - 602, 2010), para la eliminación de aguas residuales en el área rural.
- El valor máximo permisible de la profundidad hidráulica, es función del diámetro de la tubería diseñada, variando entre el 70% y el 85% del diámetro real interno de cada uno de los tramos.
- La profundidad mínima a la cota clave de las tuberías es de 1.50m.

A continuación se presentan los criterios aplicados para la evaluación de los colectores.

a) Criterios para cálculo de caudales:

Además de las proyecciones de población, con las densidades respectivas, las dotaciones y la cobertura del servicio de alcantarillado, que ya han sido tratadas; a continuación se presentan otros aspectos necesarios para la determinación de los caudales para la evaluación del sistema:

- Coeficiente de retorno: se establece un aporte del 80% del agua potable al sistema de alcantarillado sanitario. Por tanto, un coeficiente de retorno igual a 0,80.
- Caudal medio diario: el caudal medio diario se calculará como el producto de la población servida por la dotación de agua potable y el coeficiente de retorno.
- Factor de mayoración: este factor se calculó en función de la curva de consumos, cuyo máximo valor obtenido es igual a 4,5.

- Caudal máximo instantáneo: el producto del caudal medio diario por el factor de mayoración da como resultado el caudal máximo instantáneo.
- Caudal de aguas de infiltración: luego de una investigación profunda de varias normativas, se toma el correspondiente al (RAS, 2000), normativa colombiana, que recomienda un valor de 0.11 lt/seg.Ha correspondiente a un nivel de complejidad bajo del sistema, y una tasa de infiltración media a razón del tipo de suelo que se encuentra en la comunidad de Auquilula, el material y condiciones de sus tuberías.
- Caudal de aguas ilícitas es de 80 L/hab/día, tomado del (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, CO 10.7 - 602, 2010), para zonas Rurales.
- Caudal de evaluación: el caudal de evaluación de las tuberías de alcantarillado será igual al caudal máximo instantáneo más el caudal de aguas de infiltración e ilícitas.

La población de evaluación es 974, la misma que está conformada por 474 habitantes de la comunidad de Auquilula y 500 habitantes del centro de la parroquia Santa Ana, correspondiente al año 2035. El área servida es de 116.3177 Ha, correspondiente al 100% del área de estudio. Para una mejor observación de la densidad de viviendas en la comunidad se determinó dos zonas de densidad por la concentración de casas en las mismas y se los puede observar en el Figura 6.4 1.

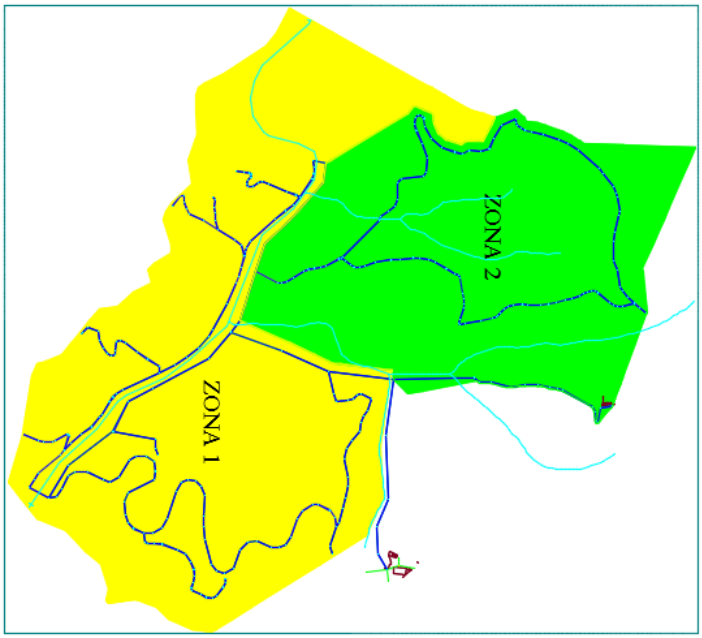

Figura 6.4 1: Zonas para la determinación de la densidad poblacional.

b) Criterios Hidráulicos:

- Fórmula empleada: para la comprobación hidráulica de las tuberías de alcantarillado se ha empleado la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{A^{5/3} * So^{1/2}}{n * P^{2/3}}$$

Ecuación 6.4.b 5.

- Relación tirante/diámetro: para la evaluación de los colectores se consideró una relación Y/D, esto es, tirante de agua dividido para diámetro de la tubería, igual a 1. De esta manera se comparó el caudal a sección llena que puede conducir cada tramo existente, con el caudal de evaluación.
- Coeficiente de rugosidad: el coeficiente de rugosidad de la fórmula de Manning para tuberías de hormigón es igual a: n = 0,013; para tuberías de P.V.C es de n = 0.010.

6.5 Tipo de flujo considerado para el cálculo hidráulico.

a) Flujo en alcantarillas llenas o ecuación de continuidad.

Para el cálculo del caudal se utilizara la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

Ecuación 6.5.a 1.

Dónde:

Q= Caudal (m^3/seg).

A= Área de la sección (m^2).

V= Velocidad (m/seg).

Los cálculos de las figuras de los sectores, segmentos circulares y relaciones trigonométricas, fueron obtenidos del siguiente Figura 6.5.a 1.

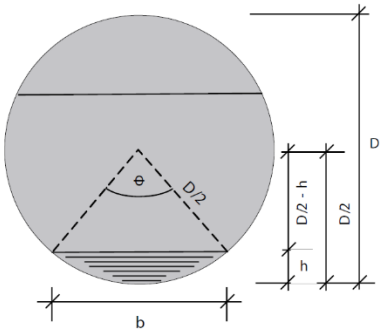

Figura 6.5.a 1: Relaciones geométricas de la sección circular parcialmente llena.
Fuente: ETAPA E.P.

b) Sección llena.

Las relaciones geométricas para la sección circular son:

i. Área:

$$A = \frac{\pi . D^2}{4}$$

Ecuación 6.5.b.i 1.

ii. Perímetro:

$$P = \pi . D$$

Ecuación 6.5.b.ii 1.

iii. Radio hidráulico:

$$Rh = \frac{D}{4}$$

Ecuación 6.5.b.iii 1.

iv. Velocidad:

$$V = \frac{0.397}{n} \ . D^{\frac{2}{3}}$$

Ecuación 6.5.b.ix 1.

c) Sección parcialmente llena.

i. Angulo Central:

$$\boldsymbol{\theta = 2.\arccos\left(1 - \frac{2.h}{D}\right)}$$

Ecuación 6.5.c.i 1.

ii. Radio hidráulico:

$$Rh = \frac{D}{4}.\left(1 - \frac{360.sen\theta}{2\pi\theta}\right)$$

Ecuación 6.5.c.ii 1.

iii. Velocidad:

$$V = \frac{0.397.D^{\frac{2}{3}}}{n}.\left(1 - \frac{360.sen\theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{5}{3}}.J^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 6.5.c.iii 1.

iv. Caudal :

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257{,}15.n.\left(2\pi\theta^{\frac{2}{3}}\right)}.(2\pi\theta - 360sen\theta)^{\frac{5}{3}}.J^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 6.5.c.ix 1.

d) Relaciones de tirantes, velocidades y caudales.

i. Relación de tirantes:

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2}.(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right))$$

Ecuación 6.5.d.i 1.

ii. Relación de velocidades:

$$\frac{v}{V} = (1 - \frac{360\ .sen\ \theta}{2.\pi.\theta})^{\frac{2}{3}}$$

Ecuación 6.5.d.ii 1.

iii. Relación de caudales:

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{sen\theta}{2\pi}\right).\left(1 - \frac{360.sen\theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Ecuación 6.5.d.iii 1.

Dónde:

D= Diámetro (m).

h= Tirante de agua (m).

6.6 Programa utilizado para el cálculo.

Basados en la información topográfica de la zona, los perfiles de los ejes viales y los criterios y parámetros de diseño expuestos, se efectuaron los diseños hidráulicos de los nuevos colectores. Para la determinación de caudales y cálculo de los colectores, se ha empleado una hoja de cálculo preparada en MICROSOFT EXCEL, considera las variaciones de ciertos parámetros de las áreas aportantes como: densidad, dotación, material, así como la configuración de las redes de recolección que integran colectores.

Los planos correspondientes tanto en planta como en perfil, detallan las características geométricas de los colectores y sus correspondientes datos de operación hidráulica. En el proceso de cálculo se establece el caudal acumulado en el respectivo tramo luego se asume el diámetro y la pendiente de la tubería.

Se determina la relación q/Q y luego se determina en el gráfico las relaciones d/D y v/V.

Donde:

q = Caudal parcial (l/s).

Q = Caudal a tubo lleno (l/s).

v = Velocidad parcial (m/s).

V = Velocidad a tubo lleno (m/s).

En la Tabla 6.6 1 se presenta los resultados obtenidos para el diseño de la red de alcantarillado.

Tabla 6.6 1: Resultados hidráulicos.

	POZO	LON.	LON. ACUM.	ÁREA	ÁREA ACUM.	POB.	POB. ACUM.	Q-sani	Q-infilt	Q-ilícito	Q-diseño	COTAS ALCANTARILLADO		PENDIENTE	Ø	n	Q, LLENA	VEL. LLENA	q/Q	y/D	v/V	velocidad	PROFUNDIDAD INICIAL DE EXCAVACIÓN
												INICIO	FIN										
		m	m	ha	ha	hab	hab	lt/seg	lt/seg	lt/seg	lt/seg			%	mm		m3/seg	seg				seg	m
	TC 37	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	38	40,74	40,74	0,165	0,16	1	1	1,50	0,041	0,000	2,200	2.588,38	2.580,44	19,49	300	0,013	0,4271	6,04	0,010	0,076	0,29	1,75	2,06
	39	13,07	53,81	0,098	0,26	0	1	1,50	0,054	0,000	2,200	2.580,44	2.578,02	18,52	300	0,013	0,4163	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	1,93
	40	20,71	74,52	0,202	0,46	1	2	1,50	0,075	0,000	2,200	2.578,02	2.574,81	15,5	300	0,013	0,3809	5,39	0,010	0,076	0,29	1,56	2,02
	41	7,91	82,13	0,167	0,63	1	3	1,50	0,082	0,000	2,200	2.574,81	2.574,53	3,54	300	0,013	0,182	2,57	0,010	0,076	0,29	0,75	1,89
	42	31,74	113,87	0,378	1,01	2	4	1,50	0,114	0,000	2,200	2.574,53	2.573,42	3,5	300	0,013	0,181	2,56	0,010	0,076	0,29	0,74	1,99
	43	5,86	119,73	0,129	1,14	1	5	1,50	0,120	0,000	2,200	2.573,42	2.572,45	16,55	300	0,013	0,3935	5,57	0,010	0,076	0,29	1,62	2,19
	5	38,98	158,71	0,026	1,16	0	5	1,50	0,159	0,000	2,200	2.572,44	2.571,50	2,41	300	0,013	0,1502	2,12	0,010	0,076	0,29	0,61	2,67
	TC 44	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	45	5,68	5,68	0,008	0,01	0	0	1,50	0,006	0,000	2,200	2.584,54	2.583,71	14,61	300	0,013	0,3698	5,23	0,010	0,076	0,29	1,52	1,93
	46	16,19	17,29	0,025	0,03	0	0	1,50	0,017	0,000	2,200	2.583,71	2.583,50	1,3	300	0,013	0,1103	1,56	0,020	0,108	0,344	0,54	2,3
	47	26,36	41,94	0,257	0,29	1	1	1,50	0,042	0,000	2,200	2.583,50	2.571,37	46,02	300	0,013	0,6562	9,28	0,000	0	0	0	2,07
	48	20,99	62,93	0,035	0,33	0	1	1,50	0,063	0,000	2,200	2.571,37	2.567,24	19,68	300	0,013	0,4291	6,07	0,010	0,076	0,29	1,76	2,07
	49	20,44	83,37	0,075	0,40	0	2	1,50	0,083	0,000	2,200	2.567,24	2.563,66	17,51	300	0,013	0,4048	5,73	0,010	0,076	0,29	1,66	2,2
	50	17,59	100,96	0,099	0,50	0	2	1,50	0,101	0,000	2,200	2.563,66	2.561,81	10,52	300	0,013	0,3138	4,44	0,010	0,076	0,29	1,29	2,01
	51	9,17	110,13	0,015	0,51	0	2	1,50	0,110	0,000	2,200	2.561,81	2.560,94	9,49	300	0,013	0,298	4,22	0,010	0,076	0,29	1,22	1,94
	52	9,68	119,81	0,003	0,52	0	2	1,50	0,120	0,000	2,200	2.560,94	2.559,54	14,46	300	0,013	0,3679	5,2	0,010	0,076	0,29	1,51	1,96
	53	9,01	128,82	0,011	0,53	0	2	1,50	0,129	0,000	2,200	2.559,54	2.558,86	7,55	300	0,013	0,2658	3,76	0,010	0,076	0,29	1,09	1,94
	54	21,70	150,52	0,030	0,56	0	2	1,50	0,151	0,000	2,200	2.558,86	2.558,00	3,96	300	0,013	0,1925	2,72	0,010	0,076	0,29	0,79	2,83
	55	10,56	161,08	0,013	0,57	0	2	1,50	0,161	0,000	2,200	2.558,00	2.557,41	5,59	300	0,013	0,2287	3,24	0,010	0,076	0,29	0,94	1,89
	56	14,79	175,87	0,029	0,60	0	2	1,50	0,176	0,000	2,200	2.557,41	2.555,26	14,54	300	0,013	0,3689	5,22	0,010	0,076	0,29	1,51	2,01
	57	34,26	210,13	0,144	0,74	1	3	1,50	0,210	0,000	2,200	2.555,26	2.553,50	5,14	300	0,013	0,2193	3,1	0,010	0,076	0,29	0,9	1,85
	58	30,75	240,88	0,173	0,92	1	4	1,50	0,241	0,000	2,200	2.553,50	2.553,00	1,63	300	0,013	0,1235	1,75	0,020	0,108	0,344	0,6	1,85
	59	33,06	273,94	0,146	1,06	1	4	1,50	0,274	0,000	2,200	2.553,00	2.552,67	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	3,87
	15	15,09	289,03	0,018	1,08	0	4	1,50	0,289	0,000	2,200	2.552,67	2.552,52	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	4,64
	TC 70	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	71	9,13	9,13	0,052	0,05	0	0	1,50	0,009	0,000	2,200	2.562,16	2.560,56	17,52	300	0,013	0,4049	5,73	0,010	0,076	0,29	1,66	1,88
	72	20,12	29,25	0,052	0,10	0	0	1,50	0,029	0,000	2,200	2.560,56	2.557,24	16,5	300	0,013	0,3929	5,56	0,010	0,076	0,29	1,61	2,07
	73	11,16	40,41	0,057	0,16	0	1	1,50	0,040	0,000	2,200	2.557,24	2.555,29	17,47	300	0,013	0,4043	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,89
	74	18,92	59,33	0,061	0,22	0	1	1,50	0,059	0,000	2,200	2.555,29	2.551,79	18,5	300	0,013	0,4161	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	1,9
	67	23,71	83,05	0,068	0,29	0	1	1,50	0,083	0,000	2,200	2.551,78	2.548,50	13,84	300	0,013	0,3599	5,09	0,010	0,076	0,29	1,48	2,71
	TC 60	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	61	33,76	33,76	0,022	0,02	0	0	1,50	0,034	0,000	2,200	2.583,68	2.582,16	4,5	300	0,013	0,2052	2,9	0,010	0,076	0,29	0,84	1,89
	62	8,50	42,26	0,005	0,03	0	0	1,50	0,042	0,000	2,200	2.582,16	2.579,91	26,45	300	0,013	0,4975	7,04	0,000	0	0	0	2,8
	63	14,76	57,02	0,023	0,05	0	0	1,50	0,057	0,000	2,200	2.579,91	2.576,25	24,8	300	0,013	0,4817	6,81	0,000	0	0	0	1,94
	64	18,10	75,12	0,075	0,13	0	1	1,50	0,075	0,000	2,200	2.576,25	2.571,00	29,01	300	0,013	0,521	7,37	0,000	0	0	0	1,72
	65	12,94	88,06	0,045	0,17	0	1	1,50	0,088	0,000	2,200	2.571,00	2.566,00	38,64	300	0,013	0,6013	8,51	0,000	0	0	0	1,47
	66	39,93	127,99	0,256	0,43	1	2	1,50	0,128	0,000	2,200	2.566,00	2.554,50	28,8	300	0,013	0,5191	7,34	0,000	0	0	0	1,81
	Y 67	39,79	167,78	0,264	0,98	1	4	1,50	0,168	0,000	2,200	2.554,40	2.548,53	14,75	300	0,013	0,3715	5,26	0,010	0,076	0,29	1,53	2
	68	47,55	215,33	0,198	1,18	1	5	1,50	0,215	0,000	2,200	2.548,50	2.547,92	1,22	300	0,013	0,1068	1,51	0,020	0,108	0,344	0,52	2,71
	69	20,88	236,21	0,092	1,27	0	5	1,50	0,236	0,000	2,200	2.547,92	2.547,71	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	1,97
	25	24,11	260,32	0,031	1,30	0	5	1,50	0,260	0,000	2,200	2.547,71	2.547,47	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,55
	TC 75	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	76	19,90	18,90	0,081	0,08	0	0	1,50	0,019	0,000	2,200	2.563,91	2.562,02	9,52	300	0,013	0,2985	4,22	0,010	0,076	0,29	1,22	1,89

ZONA 1

	77	11,11	30,01	0,066	0,15	0	1	1,50	0,030	0,000	2,200	2.562,02	2.560,30	15,48	300	0,013	0,3806	5,38	0,010	0,076	0,29	1,56	1,98
	78	6,74	36,75	0,041	0,19	0	1	1,50	0,037	0,000	2,200	2.560,30	2.559,26	15,43	300	0,013	0,38	5,38	0,010	0,076	0,29	1,56	1,88
	79	6,70	43,45	0,003	0,19	0	1	1,50	0,043	0,000	2,200	2.559,26	2.558,96	4,48	300	0,013	0,2048	2,9	0,010	0,076	0,29	0,84	1,94
	80	9,88	53,33	0,006	0,20	0	1	1,50	0,053	0,000	2,200	2.558,96	2.558,86	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	2,87
	81	10,97	64,30	0,016	0,21	0	1	1,50	0,064	0,000	2,200	2.558,86	2.558,75	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,86
	82	6,90	71,20	0,008	0,22	0	1	1,50	0,071	0,000	2,200	2.558,75	2.558,68	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	2,25
	83	13,02	84,22	0,024	0,24	0	1	1,50	0,084	0,000	2,200	2.558,68	2.557,58	8,45	300	0,013	0,2812	3,98	0,010	0,076	0,29	1,15	1,93
	84	15,34	99,56	0,045	0,29	0	1	1,50	0,100	0,000	2,200	2.557,58	2.556,12	9,52	300	0,013	0,2985	4,22	0,010	0,076	0,29	1,22	1,95
	85	9,97	109,53	0,026	0,32	0	1	1,50	0,110	0,000	2,200	2.556,12	2.554,38	17,45	300	0,013	0,4041	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,94
	86	16,13	125,66	0,038	0,35	0	1	1,50	0,126	0,000	2,200	2.554,38	2.552,52	11,53	300	0,013	0,3285	4,65	0,010	0,076	0,29	1,35	1,96
	87	49,06	174,72	0,185	0,54	1	2	1,50	0,175	0,000	2,200	2.552,52	2.552,00	1,06	300	0,013	0,0996	1,41	0,020	0,108	0,344	0,49	1,45
	88	23,05	197,78	0,113	0,65	0	3	1,50	0,198	0,000	2,200	2.552,00	2.551,00	4,34	300	0,013	0,2015	2,85	0,010	0,076	0,29	0,83	1,76
	32	10,58	208,35	0,106	0,76	0	3	1,50	0,208	0,000	2,200	2.551,00	2.550,50	4,7	227	0,013	0,0997	2,46	0,020	0,108	0,344	0,85	2,74
	TC 7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	6	35,35	35,35	0,050	0,05	0	0	1,50	0,035	0,000	2,200	2.571,17	2.570,64	1,49	300	0,013	0,1181	1,67	0,020	0,108	0,344	0,57	2,27
	5	22,87	216,93	0,073	1,29	0	5	1,50	0,217	0,000	2,200	2.572,44	2.571,50	4,11	300	0,013	0,1961	2,77	0,010	0,076	0,29	0,8	2,67
	4	15	231,93	0,014	1,30	0	5	1,50	0,232	0,000	2,200	2.570,40	2.570,25	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,04
	3	69,59	301,52	0,082	1,38	0	6	1,50	0,302	0,010	2,200	2.570,25	2.565,50	6,83	300	0,013	0,2528	3,58	0,010	0,076	0,29	1,04	1,95
	2	17,07	318,59	0,020	1,40	0	6	1,50	0,319	0,010	2,200	2.565,49	2.564,56	5,45	300	0,013	0,2258	3,19	0,010	0,076	0,29	0,93	1,81
	1	23,5	342,09	0,185	1,59	1	6	1,50	0,342	0,010	2,200	2.564,58	2.564,00	2,47	300	0,013	0,152	2,15	0,010	0,076	0,29	0,62	1,88
	141	53,96	753,72	0,100	29,11	0	119	1,50	0,754	0,110	2,364	2.575,22	2.571,00	7,82	300	0,013	0,2705	3,83	0,010	0,076	0,29	1,11	3,63
	141,1	63,27	816,99	0,051	29,16	0	119	1,50	0,817	0,110	2,427	2.568,61	2.567,96	1,03	300	0,013	0,0982	1,39	0,020	0,108	0,344	0,48	5,66
	141,2	58,48	894,63	0,051	29,30	0	120	1,50	0,895	0,110	2,505	2.567,96	2.567,38	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	5,81
	184	90,2	984,83	0,051	29,99	0	122	1,50	0,985	0,110	2,595	2.567,38	2.566,89	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	5,83
	184,2	51,79	1285,95	0,439	30,43	2	124	1,50	1,286	0,110	2,896	2.566,89	2.566,37	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	3,2
	186	80,11	1366,06	0,345	30,77	1	126	1,50	1,366	0,120	2,986	2.566,83	2.556,11	13,38	300	0,013	0,3539	5,01	0,010	0,076	0,29	1,45	3,2
	187	69,06	1435,12	3,323	34,09	14	139	1,50	1,435	0,130	3,065	2.556,11	2.555,16	1,37	300	0,013	0,1132	1,6	0,030	0,131	0,386	0,62	2,94
	188	123,33	1587,42	3,570	37,66	15	154	1,50	1,587	0,140	3,227	2.555,16	2.553,93	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	3,09
	189	84,2	3160,576	1,145	195,03	5	796	1,50	3,161	0,740	5,401	2.553,93	2.544,63	11,04	300	0,013	0,3214	4,55	0,020	0,108	0,344	1,57	1,63
	190	60,63	5008,396	0,379	207,83	2	848	1,50	5,008	0,790	7,298	2.544,58	2.543,67	1,5	300	0,013	0,1185	1,68	0,060	0,186	0,468	0,79	1,76
	191	95,22	6255,275	3,428	216,10	14	881	1,50	6,255	0,820	8,575	2.552,88	2.546,50	6,7	300	0,013	0,2504	3,54	0,030	0,131	0,386	1,37	5,95
	192	68,44	6327,655	0,625	216,72	3	884	1,50	6,328	0,820	8,648	2.553,40	2.542,72	15,6	300	0,013	0,3821	5,41	0,020	0,108	0,344	1,86	1,47
	193	119,89	6408,015	1,035	217,76	4	888	1,50	6,408	0,820	8,728	2.553,40	2.552,21	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,090	0,228	0,523	0,72	3,89
	194	23,64	6464,105	2,451	220,21	10	898	1,50	6,464	0,830	8,794	2.552,21	2.551,96	1,06	300	0,013	0,0996	1,41	0,090	0,228	0,523	0,74	1,54
	277,4	42,37	8117,286	0,160	234,26	1	956	1,50	8,117	0,890	10,507	2.555,00	2.551,00	9,44	300	0,013	0,2972	4,2	0,040	0,152	0,419	1,76	2,13
	195	30,86	8183,935	1,119	235,38	5	960	1,50	8,184	0,890	10,574	2.550,35	2.548,80	5,02	300	0,013	0,2167	3,07	0,050	0,169	0,445	1,37	1,8
	196	30,93	8228,68	1,817	237,20	7	968	1,50	8,229	0,900	10,629	2.548,80	2.544,00	15,52	300	0,013	0,3811	5,39	0,030	0,131	0,386	2,08	4,52
	36	25,78	8261,55	0,000	237,20	0	968	1,50	8,262	0,900	10,662	2.544,49	2.542,90	6,17	300	0,013	0,2403	3,4	0,040	0,152	0,419	1,42	1,54
	TC 7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	8	28,24	28,23	0,445	0,44	2	2	1,50	0,028	0,000	2,200	2.571,17	2.569,00	7,68	300	0,013	0,2681	3,79	0,010	0,076	0,29	1,1	2,09
	9	29,99	58,27	0,577	1,02	2	4	1,50	0,058	0,000	2,200	2.569,00	2.565,50	11,67	300	0,013	0,3305	4,68	0,010	0,076	0,29	1,36	1,72
	10	11,05	69,41	0,111	1,13	0	5	1,50	0,069	0,000	2,200	2.565,49	2.563,90	14,39	300	0,013	0,367	5,19	0,010	0,076	0,29	1,51	2,08
	11	33,50	102,91	0,334	1,47	1	6	1,50	0,103	0,010	2,200	2.563,80	2.560,00	11,34	300	0,013	0,3258	4,61	0,010	0,076	0,29	1,34	2,45
	12	15,14	118,05	0,148	1,62	1	7	1,50	0,118	0,010	2,200	2.560,00	2.559,50	3,3	300	0,013	0,1757	2,49	0,010	0,076	0,29	0,72	1,78
	13	11,53	129,58	0,405	2,02	2	8	1,50	0,130	0,010	2,200	2.559,49	2.558,50	8,59	300	0,013	0,2835	4,01	0,010	0,076	0,29	1,16	2,01
	14	17,68	147,26	0,068	2,09	0	9	1,50	0,147	0,010	2,200	2.558,49	2.557,62	4,92	300	0,013	0,2146	3,04	0,010	0,076	0,29	0,88	2
	14,1	63,27	210,53	0,100	2,19	0	9	1,50	0,211	0,010	2,200	2.557,60	2.554,38	5,09	300	0,013	0,2182	3,09	0,010	0,076	0,29	0,9	2,02
	15	33,14	530,70	0,757	3,93	3	16	1,50	0,531	0,010	2,200	2.554,38	2.554,05	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	4,64
	16	41,95	572,65	0,065	3,99	0	16	1,50	0,573	0,010	2,200	2.554,05	2.553,63	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	5,59
	17	35,85	608,50	0,355	4,35	1	18	1,50	0,609	0,020	2,200	2.553,63	2.553,27	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	5,86
	18	36,01	644,50	0,689	5,04	3	21	1,50	0,645	0,020	2,200	2.553,28	2.552,55	2,01	300	0,013	0,1371	1,94	0,020	0,108	0,344	0,67	3,49

ZONA1

ZONA 1	19	36,52	681,02	0,590	5,63	2	23	1,50	0,681	0,020	2,201	2.552,56	2.548,49	11,13	300	0,013	0,3227	4,57	0,010	0,076	0,29	1,33	1,98
	20	18,05	699,07	0,781	6,41	3	26	1,50	0,699	0,020	2,219	2.548,49	2.544,94	19,67	300	0,013	0,429	6,07	0,010	0,076	0,29	1,76	2,8
	21	73,04	772,11	1,385	7,79	6	32	1,50	0,772	0,030	2,302	2.545,60	2.544,21	1,9	300	0,013	0,1333	1,89	0,020	0,108	0,344	0,65	1,71
	190	35,63	825,51	0,000	7,79	0	32	1,50	0,826	0,030	2,356	2.544,21	2.543,85	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	1,76
	TC 29	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,81
	28	79,65	79,65	1,450	1,45	6	6	1,50	0,080	0,010	2,200	2.558,31	2.551,50	8,55	300	0,013	0,2829	4	0,010	0,076	0,29	1,16	1,77
	27	16,12	98,00	0,048	1,50	0	6	1,50	0,098	0,010	2,200	2.551,49	2.549,50	12,34	300	0,013	0,3398	4,81	0,010	0,076	0,29	1,39	1,87
	26	10,32	498,83	0,014	1,51	0	6	1,50	0,499	0,010	2,200	2.549,49	2.548,50	9,59	300	0,013	0,2996	4,24	0,010	0,076	0,29	1,23	1,8
	25	9,28	919,74	0,004	2,82	0	12	1,50	0,920	0,010	2,430	2.548,50	2.547,60	9,7	300	0,013	0,3013	4,26	0,010	0,076	0,29	1,24	2,1
	24	30,64	950,38	0,810	3,63	3	15	1,50	0,950	0,010	2,460	2.547,47	2.546,50	3,17	300	0,013	0,1722	2,44	0,010	0,076	0,29	0,71	1,65
	23	22,35	972,73	0,372	4,00	2	16	1,50	0,973	0,010	2,483	2.546,49	2.545,87	2,77	300	0,013	0,161	2,28	0,020	0,108	0,344	0,78	1,91
	22	17,97	990,70	0,157	4,16	1	17	1,50	0,991	0,020	2,511	2.545,87	2.545,60	1,47	300	0,013	0,1173	1,66	0,020	0,108	0,344	0,57	2
	21	53,45	1044,15	0,471	4,63	2	19	1,50	1,044	0,020	2,564	2.545,60	2.544,31	2,41	300	0,013	0,1502	2,12	0,020	0,108	0,344	0,73	1,71
	190	35,63	1097,55	0,000	4,63	0	19	1,50	1,098	0,020	2,618	2544,21	2543,85	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,030	0,131	0,386	0,53	1,76
	TC 29	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,81
	30	31,82	31,82	0,296	0,30	1	1	1,50	0,032	0,000	2,200	2.558,31	2.556,49	5,73	300	0,013	0,2316	3,28	0,010	0,076	0,29	0,95	1,81
	31	25,68	57,50	0,278	0,57	1	2	1,50	0,058	0,000	2,200	2.556,49	2.554,50	7,75	300	0,013	0,2693	3,81	0,010	0,076	0,29	1,1	1,65
	32	23,78	289,63	0,018	1,35	0	6	1,50	0,290	0,010	2,200	2.554,49	2.550,00	18,88	300	0,013	0,4203	5,95	0,010	0,076	0,29	1,73	2,74
	33	52,49	342,12	0,115	1,47	0	6	1,50	0,342	0,010	2,200	2.550,50	2.546,49	7,64	300	0,013	0,2674	3,78	0,010	0,076	0,29	1,1	2,01
	34	12,76	354,88	0,300	1,67	1	7	1,50	0,355	0,010	2,200	2.546,49	2.545,50	7,76	300	0,013	0,2695	3,81	0,010	0,076	0,29	1,1	1,95
	35	14,88	369,76	0,237	1,90	1	8	1,50	0,370	0,010	2,200	2.545,49	2.544,50	6,65	300	0,013	0,2495	3,53	0,010	0,076	0,29	1,02	1,66
	36	17,93	390,70	0,264	2,17	1	9	1,50	0,391	0,010	2,200	2.544,49	2.542,90	8,87	300	0,013	0,2881	4,08	0,010	0,076	0,29	1,18	1,54
	TC 142	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	143	11,03	11,03	0,042	0,04	0	0	1,50	0,011	0,000	2,200	2.631,62	2.631,45	1,53	300	0,013	0,1197	1,69	0,020	0,108	0,344	0,58	1,92
	144	10,82	21,85	0,142	0,18	1	1	1,50	0,022	0,000	2,200	2.631,45	2.629,99	13,49	300	0,013	0,3553	5,03	0,010	0,076	0,29	1,46	1,89
	145	27,97	49,82	0,152	0,34	1	1	1,50	0,050	0,000	2,200	2.629,99	2.623,70	22,49	300	0,013	0,4588	6,49	0,000	0	0	0	2,03
	146	9,60	59,42	0,067	0,40	0	2	1,50	0,059	0,000	2,200	2.623,70	2.621,54	22,5	300	0,013	0,4589	6,49	0,000	0	0	0	1,88
	147	15,90	75,32	0,084	0,49	0	2	1,50	0,075	0,000	2,200	2.621,54	2.618,44	19,5	300	0,013	0,4272	6,04	0,010	0,076	0,29	1,75	1,95
	148	13,90	89,22	0,099	0,59	0	2	1,50	0,089	0,000	2,200	2.618,44	2.616,98	10,5	300	0,013	0,3135	4,44	0,010	0,076	0,29	1,29	1,96
	149	25,03	114,25	0,180	0,77	1	3	1,50	0,114	0,000	2,200	2.616,98	2.614,10	11,51	300	0,013	0,3282	4,64	0,010	0,076	0,29	1,35	1,61
	150	7,11	121,36	0,048	0,81	0	3	1,50	0,121	0,000	2,200	2.614,10	2.614,00	1,41	300	0,013	0,1149	1,63	0,020	0,108	0,344	0,56	1,61
	151	14,32	135,68	0,069	0,88	0	4	1,50	0,136	0,000	2,200	2.614,00	2.613,86	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	5,27
	152	15,30	150,98	0,136	1,02	1	4	1,50	0,151	0,000	2,200	2.613,86	2.613,71	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	5,77
	153	15,86	166,84	0,176	1,19	1	5	1,50	0,167	0,000	2,200	2.613,71	2.613,55	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	5,25
	154	20,13	186,97	0,184	1,38	1	6	1,50	0,187	0,010	2,200	2.613,55	2.613,35	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,97
	155	22,80	209,77	0,240	1,62	1	7	1,50	0,210	0,010	2,200	2.613,35	2.613,12	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	1,82
	156	21,92	231,69	0,227	1,84	1	8	1,50	0,232	0,010	2,200	2.613,12	2.612,13	4,52	300	0,013	0,2057	2,91	0,010	0,076	0,29	0,84	1,91
	157	39,43	271,12	0,254	2,10	1	9	1,50	0,271	0,010	2,200	2.612,13	2.611,14	2,51	300	0,013	0,1533	2,17	0,010	0,076	0,29	0,63	1,95
	158	18,80	289,92	0,152	2,25	1	9	1,50	0,290	0,010	2,200	2.611,14	2.608,04	16,49	300	0,013	0,3928	5,56	0,010	0,076	0,29	1,61	2,06
	159	16,59	306,51	0,051	2,30	0	9	1,50	0,307	0,010	2,200	2.608,04	2.605,30	16,52	300	0,013	0,3932	5,56	0,010	0,076	0,29	1,61	1,99
	160	8,32	314,84	0,028	2,33	0	10	1,50	0,315	0,010	2,200	2.605,30	2.604,01	15,5	300	0,013	0,3809	5,39	0,010	0,076	0,29	1,56	1,9
	121	21,68	336,52	0,040	2,37	0	10	1,50	0,337	0,010	2,200	2.604,01	2.603,79	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	1,78
	TC 89	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	90	19,13	19,13	0,155	0,16	1	1	1,50	0,019	0,000	2,200	2.668,96	2.666,57	12,48	300	0,013	0,3417	4,83	0,010	0,076	0,29	1,4	2,82
	91	50,53	69,66	0,302	2,20	1	9	1,50	0,070	0,010	2,200	2.666,57	2.659,80	13,39	300	0,013	0,354	5,01	0,010	0,076	0,29	1,45	5,28
	161	10,3	79,96	0,045	2,25	0	9	1,50	0,080	0,010	2,200	2.656,58	2.656,48	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	3,28
	162	36,82	117	0,287	2,54	1	10	1,50	0,117	0,010	2,200	2.656,48	2.650,97	14,97	300	0,013	0,3743	5,3	0,010	0,076	0,29	1,54	2,16
	163	26,11	143,41	0,268	2,81	1	11	1,50	0,143	0,010	2,200	2.650,97	2.647,44	13,52	300	0,013	0,3557	5,03	0,010	0,076	0,29	1,46	1,9
	164	27,24	193,72	0,256	3,06	1	12	1,50	0,194	0,010	2,200	2.647,44	2.643,22	15,49	300	0,013	0,3807	5,39	0,010	0,076	0,29	1,56	2,12

	165	22,53	216,62	0,088	3,15	0	13	1,50	0,217	0,010	2,200	2.643,22	2.639,28	17,49	300	0,013	0,4046	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,98
	166	46,03	263,79	0,562	3,71	2	15	1,50	0,264	0,010	2,200	2.639,28	2.628,92	22,51	300	0,013	0,459	6,49	0,000	0	0	0	2,04
	167	25,69	289,94	0,545	4,26	2	17	1,50	0,290	0,020	2,200	2.628,92	2.624,17	18,49	300	0,013	0,416	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	1,91
	168	20,92	311,07	0,358	4,61	1	19	1,50	0,311	0,020	2,200	2.624,17	2.621,14	14,48	300	0,013	0,3681	5,21	0,010	0,076	0,29	1,51	1,94
	169	30,13	341,8	0,434	5,05	2	21	1,50	0,342	0,020	2,200	2.621,14	2.614,96	20,49	300	0,013	0,4379	6,2	0,010	0,076	0,29	1,8	2,27
	170	22,64	364,7	0,748	5,80	3	24	1,50	0,365	0,020	2,200	2.614,73	2.610,76	17,52	300	0,013	0,4049	5,73	0,010	0,076	0,29	1,66	2,2
	171	17,08	381,92	0,570	6,37	2	26	1,50	0,382	0,020	2,200	2.610,76	2.608,80	11,48	300	0,013	0,3278	4,64	0,010	0,076	0,29	1,35	1,98
	172	15,25	397,29	0,533	6,90	2	28	1,50	0,397	0,030	2,200	2.608,80	2.606,89	12,52	300	0,013	0,3423	4,84	0,010	0,076	0,29	1,4	1,98
	173	31,48	428,78	0,789	7,69	3	31	1,50	0,429	0,030	2,200	2.606,89	2.606,11	2,48	300	0,013	0,1523	2,15	0,010	0,076	0,29	0,62	1,92
	174	27,45	456,24	0,020	7,71	0	31	1,50	0,456	0,030	2,200	2.606,11	2.605,15	3,49	300	0,013	0,1807	2,56	0,010	0,076	0,29	0,74	2,15
	175	8,8	465,04	0,022	7,73	0	32	1,50	0,465	0,030	2,200	2.605,10	2.605,00	1,14	300	0,013	0,1033	1,46	0,020	0,108	0,344	0,5	1,98
	176	14,26	479,31	0,033	7,76	0	32	1,50	0,479	0,030	2,200	2.605,00	2.604,86	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,48
	177	12,44	491,75	0,381	8,14	2	33	1,50	0,492	0,030	2,200	2.604,86	2.604,74	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,3
	178	29,15	520,97	0,512	8,66	2	35	1,50	0,521	0,030	2,200	2.604,74	2.602,93	6,21	300	0,013	0,2411	3,41	0,010	0,076	0,29	0,99	2,02
	179	19,6	540,87	0,335	8,99	1	37	1,50	0,541	0,030	2,200	2.602,93	2.599,50	17,5	300	0,013	0,4047	5,73	0,010	0,076	0,29	1,66	2,05
	180	53,94	595,63	2,063	11,05	8	45	1,50	0,596	0,040	2,200	2.599,50	2.590,00	17,61	300	0,013	0,406	5,74	0,010	0,076	0,29	1,66	2,1
	TC 98	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	97	46,57	46,77	0,354	0,68	1	3	1,50	0,047	0,000	2,200	2.667,07	2.666,60	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,3
	96	22,71	138,84	0,183	0,87	1	4	1,50	0,139	0,000	2,200	2.666,60	2.665,65	4,2	300	0,013	0,1983	2,81	0,010	0,076	0,29	0,81	2,1
	95	27,65	116,13	0,298	1,16	1	5	1,50	0,116	0,000	2,200	2.665,65	2.662,00	13,2	300	0,013	0,3515	4,97	0,010	0,076	0,29	1,44	1,66
	94	15,18	88,48	0,047	1,21	0	5	1,50	0,088	0,000	2,200	2.662,00	2.659,95	13,5	300	0,013	0,3554	5,03	0,010	0,076	0,29	1,46	1,49
	93	31,08	73,3	0,159	1,37	1	6	1,50	0,073	0,010	2,200	2.659,95	2.657,10	9,17	300	0,013	0,2929	4,14	0,010	0,076	0,29	1,2	1,5
	92	21,01	42,2	0,152	1,52	1	6	1,50	0,042	0,010	2,200	2.657,10	2.656,89	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,51
	91	21,19	21,19	0,227	1,75	1	7	1,50	0,021	0,010	2,200	2.656,89	2.656,68	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	5,28
	TC 98	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	99	23,87	23,88	0,329	0,68	1	3	1,50	0,024	0,000	2,200	2.667,07	2.663,09	16,67	300	0,013	0,395	5,59	0,010	0,076	0,29	1,62	2
	100	17,27	41,15	0,346	1,03	1	4	1,50	0,041	0,000	2,200	2.663,09	2.658,68	25,52	300	0,013	0,4887	6,91	0,000	0	0	0	2,2
	101	18,43	60,08	0,248	1,28	1	5	1,50	0,060	0,000	2,200	2.658,68	2.653,98	25,5	300	0,013	0,4885	6,91	0,000	0	0	0	2,24
	102	38,3	98,54	0,537	1,81	2	7	1,50	0,099	0,010	2,200	2.653,98	2.647,28	17,49	300	0,013	0,4046	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	2,21
	103	22,03	120,57	0,328	2,14	1	9	1,50	0,121	0,010	2,200	2.647,28	2.643,20	18,52	300	0,013	0,4163	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	1,99
	104	23,88	144,45	0,645	2,79	3	11	1,50	0,144	0,010	2,200	2.643,20	2.639,74	14,49	300	0,013	0,3682	5,21	0,010	0,076	0,29	1,51	1,96
	105	47,31	191,92	0,374	3,16	2	13	1,50	0,192	0,010	2,200	2.639,73	2.636,18	7,51	300	0,013	0,2651	3,75	0,010	0,076	0,29	1,09	2,4
	106	24,80	260,90	0,171	3,33	1	14	1,50	0,261	0,010	2,200	2.636,18	2.631,84	17,5	300	0,013	0,4047	5,73	0,010	0,076	0,29	1,66	1,93
	107	20,85	282,85	0,122	3,45	0	14	1,50	0,283	0,010	2,200	2.631,84	2.627,77	19,52	300	0,013	0,4274	6,05	0,010	0,076	0,29	1,75	2,07
	108	19,94	302,79	0,033	3,49	0	14	1,50	0,303	0,010	2,200	2.627,77	2.624,50	16,4	300	0,013	0,3918	5,54	0,010	0,076	0,29	1,61	1,65
	109	60,9	363,69	0,361	3,85	1	16	1,50	0,364	0,010	2,200	2.624,50	2.617,87	10,89	300	0,013	0,3192	4,52	0,010	0,076	0,29	1,31	1,52
	110	32,61	396,85	0,505	4,35	2	18	1,50	0,397	0,020	2,200	2.617,87	2.617,54	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	1,59
	111	25,18	495,8	0,503	6,08	2	25	1,50	0,496	0,020	2,200	2.617,54	2.617,29	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	3,67
	118	84,6	580,4	2,212	8,29	9	34	1,50	0,580	0,030	2,200	2.617,29	2.609,50	9,21	300	0,013	0,2936	4,15	0,010	0,076	0,29	1,2	2,05
	TC 113	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,97
	112	22,93	22,93	0,459	0,46	2	2	1,50	0,023	0,000	2,200	2.626,24	2.625,10	5	300	0,013	0,2163	3,06	0,010	0,076	0,29	0,89	2,01
	111	50,81	73,74	0,769	1,23	3	5	1,50	0,074	0,000	2,200	2.625,10	2.618,49	13	300	0,013	0,3488	4,93	0,010	0,076	0,29	1,43	3,67
	TC 113	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,97
	114	19,1	19,1	0,050	0,51	0	2	1,50	0,019	0,000	2,200	2.626,24	2.624,33	10	300	0,013	0,3059	4,33	0,010	0,076	0,29	1,26	2,12
	115	18,1	37,45	0,023	0,53	0	2	1,50	0,037	0,000	2,200	2.624,33	2.620,35	21,99	300	0,013	0,4536	6,42	0,000	0	0	0	2,02
	116	16,98	54,82	0,027	0,56	0	2	1,50	0,055	0,000	2,200	2.620,35	2.616,01	25,56	300	0,013	0,4891	6,92	0,000	0	0	0	2,14
	117	24,85	79,68	0,059	0,62	0	3	1,50	0,080	0,000	2,200	2.616,01	2.613,50	10,1	300	0,013	0,3074	4,35	0,010	0,076	0,29	1,26	1,63
	118	57,96	730,05	0,396	9,31	2	38	1,50	0,730	0,040	2,270	2.613,50	2.609,50	6,9	300	0,013	0,2541	3,59	0,010	0,076	0,29	1,04	1,94
	119	36,75	753,97	0,273	9,58	1	39	1,50	0,754	0,040	2,294	2.609,50	2.609,14	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,93

ZONA 1

120	24,78	778,75	0,288	9,87	1	40	1,50	0,779	0,040	2,319	2.609,14	2.607,60	6,21	300	0,013	0,2411	3,41	0,010	0,076	0,29	0,99	1,97
121	21,49	1136,76	0,112	12,35	0	50	1,50	1,137	0,050	2,687	2.607,60	2.603,50	19,08	300	0,013	0,4226	5,98	0,010	0,076	0,29	1,73	1,78
122	27,38	1164,18	0,063	12,41	0	51	1,50	1,164	0,050	2,714	2.603,50	2.593,95	34,88	300	0,013	0,5713	8,08	0,000	0	0	0	2,12
123	19,16	1183,34	0,296	12,71	1	52	1,50	1,183	0,050	2,733	2.593,95	2.589,07	25,47	300	0,013	0,4882	6,91	0,010	0,076	0,29	2	1,98
124	20	1203,71	0,140	12,85	1	52	1,50	1,204	0,050	2,754	2.589,07	2.588,87	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	1,58
125	32,74	1237,48	0,288	13,14	1	54	1,50	1,237	0,050	2,787	2.588,87	2.588,54	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	2,58
TC 127	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,97
126	69,78	68,78	0,298	0,30	1	1	1,50	0,069	0,000	2,200	2.600,29	2.591,92	12	300	0,013	0,3351	4,74	0,010	0,076	0,29	1,37	3,63
125	23,63	1329,89	0,266	13,70	1	56	1,50	1,330	0,050	2,880	2.591,92	2.588,50	14,47	300	0,013	0,368	5,21	0,010	0,076	0,29	1,51	2,58
125,1	59,64	1389,53	0,089	13,79	0	56	1,50	1,390	0,050	2,940	2.587,50	2.577,50	16,77	300	0,013	0,3962	5,61	0,010	0,076	0,29	1,63	1,57
125,2	17,68	1407,21	0,118	13,91	0	57	1,50	1,407	0,050	2,957	2.577,50	2.577,32	1,02	300	0,013	0,0977	1,38	0,030	0,131	0,386	0,53	2,73
125,3	30,07	1437,28	0,197	14,10	1	58	1,50	1,437	0,050	2,987	2.577,32	2.577,02	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,030	0,131	0,386	0,53	4,61
125,4	25,14	1462,42	0,231	14,33	1	58	1,50	1,462	0,050	3,012	2.577,02	2.576,77	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	5,19
125,5	40,73	1503,15	9,021	23,36	37	95	1,50	1,503	0,090	3,093	2.576,77	2.572,70	10	300	0,013	0,3059	4,33	0,010	0,076	0,29	1,26	3,05
125,6	33,15	1536,3	0,948	24,30	4	99	1,50	1,536	0,090	3,126	2.572,70	2.569,47	9,74	300	0,013	0,3019	4,27	0,010	0,076	0,29	1,24	2,41
125,7	52,82	1589,12	1,520	25,82	6	105	1,50	1,589	0,100	3,189	2.569,47	2.568,94	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	2,43
141	33,37	1622,49	0,173	26,00	1	106	1,50	1,622	0,100	3,222	2.568,94	2.568,61	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	4,16
TC 127	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,97
128	19,67	19,67	0,093	0,09	0	0	1,50	0,020	0,000	2,200	2.600,29	2.598,12	11,05	300	0,013	0,3216	4,55	0,010	0,076	0,29	1,32	1,98
129	23,72	43,39	0,080	0,17	0	1	1,50	0,043	0,000	2,200	2.598,13	2.592,40	24,14	300	0,013	0,4753	6,72	0,000	0	0	0	1,97
130	23,01	66,40	0,057	0,23	0	1	1,50	0,066	0,000	2,200	2.592,38	2.586,40	25,98	300	0,013	0,4931	6,98	0,000	0	0	0	1,73
131	25,78	92,18	0,051	0,28	0	1	1,50	0,092	0,000	2,200	2.586,40	2.583,00	13,19	300	0,013	0,3513	4,97	0,010	0,076	0,29	1,44	1,77
132	18,00	110,18	0,037	0,32	0	1	1,50	0,110	0,000	2,200	2.583,00	2.582,80	1,11	300	0,013	0,1019	1,44	0,020	0,108	0,344	0,5	2,27
133	47,47	157,65	0,217	0,54	1	2	1,50	0,158	0,000	2,200	2.582,80	2.582,33	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	5,68
134	24,42	182,55	0,172	0,71	1	3	1,50	0,183	0,000	2,200	2.582,33	2.582,08	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	3,61
135	16,09	198,67	0,149	0,86	1	3	1,50	0,199	0,000	2,200	2.582,08	2.581,70	2,35	300	0,013	0,1483	2,1	0,010	0,076	0,29	0,61	1,76
136	44,80	243,49	0,115	0,97	0	4	1,50	0,243	0,000	2,200	2.581,70	2.577,00	10,49	300	0,013	0,3133	4,43	0,010	0,076	0,29	1,28	1,61
137	30,81	274,30	0,160	1,13	1	5	1,50	0,274	0,000	2,200	2.577,00	2.576,00	3,25	300	0,013	0,1744	2,47	0,010	0,076	0,29	0,72	1,66
138	18,01	292,31	0,039	1,17	0	5	1,50	0,292	0,000	2,200	2.576,00	2.575,80	1,11	300	0,013	0,1019	1,44	0,020	0,108	0,344	0,5	3,17
139	35,17	327,48	0,047	1,22	0	5	1,50	0,327	0,000	2,200	2.575,80	2.575,45	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	5,5
140	23,00	350,48	0,032	1,25	0	5	1,50	0,350	0,000	2,200	2.575,45	2.575,22	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,98
141	27,49	357,67	0,173	1,42	1	6	1,50	0,358	0,010	2,200	2.575,22	2.571,00	15,35	300	0,013	0,379	5,36	0,010	0,076	0,29	1,55	4,16
TC 129	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,97
181	19,16	19,16	0,089	0,09	0	0	1,50	0,019	0,000	2,200	2.592,38	2.591,04	6,98	300	0,013	0,2556	3,62	0,010	0,076	0,29	1,05	2,15
182	16,09	35,82	0,118	0,21	0	1	1,50	0,036	0,000	2,200	2.591,04	2.586,89	25,79	300	0,013	0,4913	6,95	0,000	0	0	0	1,97
184,1	105,41	58,81	0,197	0,40	1	2	1,50	0,059	0,000	2,200	2.586,89	2.567,91	18,01	300	0,013	0,4105	5,81	0,010	0,076	0,29	1,68	2,67
184,2	19,71	164,56	0,231	0,63	1	3	1,50	0,165	0,000	2,200	2.567,91	2.567,71	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	2,94

	208	0,00	0,00	0,000	0,00	0	0	1,50	0,000	0,000	2,200	2.693,77	2.693,77	-----	300	0,013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	209	28,77	28,77	0,021	0,02	0	0	1,50	0,029	0,000	2,200	2.693,77	2.689,31	15,51	300	0,013	0,381	5,39	0,010	0,076	0,29	1,56	1,96
	210	33,70	62,47	0,044	0,07	0	0	1,50	0,062	0,000	2,200	2.689,31	2.687,12	6,5	300	0,013	0,2466	3,49	0,010	0,076	0,29	1,01	2,46
	211	4,78	67,25	0,002	0,07	0	0	1,50	0,067	0,000	2,200	2.687,12	2.687,00	2,51	300	0,013	0,1533	2,17	0,010	0,076	0,29	0,63	1,9
	212	23,44	90,69	0,022	0,09	0	0	1,50	0,091	0,000	2,200	2.687,00	2.686,77	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,21
	213	13,46	104,15	0,068	0,16	0	1	1,50	0,104	0,000	2,200	2.686,77	2.686,28	3,64	300	0,013	0,1846	2,61	0,010	0,076	0,29	0,76	1,98
	214	13,72	117,87	0,044	0,20	0	1	1,50	0,118	0,000	2,200	2.686,28	2.683,88	17,47	300	0,013	0,4043	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,97
	215	66,89	184,76	0,434	0,64	2	3	1,50	0,185	0,000	2,200	2.683,88	2.667,49	24,5	300	0,013	0,4788	6,77	0,000	0	0	0	2,62
	216	14,40	199,16	0,041	0,68	0	3	1,50	0,199	0,000	2,200	2.667,49	2.664,97	17,49	300	0,013	0,4046	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,99
	217	20,06	219,22	0,211	0,89	1	4	1,50	0,219	0,000	2,200	2.664,97	2.660,06	24,46	300	0,013	0,4784	6,77	0,000	0	0	0	2,03
	218	26,44	245,66	0,259	1,15	1	5	1,50	0,246	0,000	2,200	2.660,06	2.654,63	20,52	300	0,013	0,4382	6,2	0,010	0,076	0,29	1,8	2,04
	219	32,00	277,66	0,209	1,35	1	6	1,50	0,278	0,010	2,200	2.654,63	2.647,11	23,5	300	0,013	0,469	6,63	0,000	0	0	0	2,15
	220	17,12	294,78	0,122	1,48	0	6	1,50	0,295	0,010	2,200	2.647,11	2.643,43	21,5	300	0,013	0,4486	6,35	0,000	0	0	0	1,89
	221	19,32	314,10	0,116	1,59	0	6	1,50	0,314	0,010	2,200	2.643,43	2.638,89	23,5	300	0,013	0,469	6,63	0,000	0	0	0	2,01
	222	48,99	363,09	0,275	1,87	1	8	1,50	0,363	0,010	2,200	2.638,89	2.630,32	17,49	300	0,013	0,4046	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	2,23
	223	26,62	389,71	0,125	1,99	1	8	1,50	0,390	0,010	2,200	2.630,32	2.625,39	18,5	300	0,013	0,4161	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	2
	224	17,25	406,96	0,049	2,04	0	8	1,50	0,407	0,010	2,200	2.625,39	2.621,86	20,46	300	0,013	0,4376	6,19	0,010	0,076	0,29	1,8	2,02
	224.1	64,55	471,51	0,310	2,35	1	10	1,50	0,472	0,010	2,200	2.621,86	2.602,49	30,01	300	0,013	0,5299	7,5	0,000	0	0	0	3,55
	224.2	24,56	496,07	0,118	2,47	0	10	1,50	0,496	0,010	2,200	2.602,50	2.602,06	1,77	300	0,013	0,1287	1,82	0,020	0,108	0,344	0,63	3,06
	207	88,31	1060,291	0,420	64,41	2	263	1,50	1,060	0,240	2,800	2.602,06	2.601,18	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	5,54
	207.1	95,99	1156,281	0,100	126,01	0	514	1,50	1,156	0,480	3,136	2.601,18	2.600,22	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	5,75
	180	80,18	1236,46	2,062	189,59	8	773	1,50	1,236	0,720	3,456	2.600,22	2.590,50	12,12	300	0,013	0,3368	4,76	0,010	0,076	0,29	1,38	2,1
	180.1	122,45	1358,91	5,560	256,67	23	1047	1,50	1,359	0,970	3,829	2.590,00	2.575,00	12,25	300	0,013	0,3386	4,79	0,010	0,076	0,29	1,39	1,6
	180.2	46,13	1405,04	2,090	320,28	9	1306	1,50	1,405	1,210	4,115	2.575,00	2.557,47	38	300	0,013	0,5963	8,44	0,010	0,076	0,29	2,45	3,42
	180.3	57,82	1462,86	2,620	384,42	11	1568	1,50	1,463	1,450	4,413	2.557,47	2.545,50	20,7	300	0,013	0,4401	6,23	0,010	0,076	0,29	1,81	1,62
	189	26,35	1489,21	1,190	447,13	5	1824	1,50	1,489	1,690	4,679	2.545,50	2.544,58	3,49	300	0,013	0,1807	2,56	0,030	0,131	0,386	0,99	1,63
	202	0,00	0,00	61,516	61,52	251	251	1,50	0,000	0,230	2,200	2.677,19	2.677,19	-----	300	0,013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	203	45,68	45,68	0,263	61,78	1	252	1,50	0,046	0,230	2,200	2.677,19	2.668,05	20	300	0,013	0,4326	6,12	0,010	0,076	0,29	1,77	2,05
	204	64,67	110,35	0,611	62,39	2	255	1,50	0,110	0,240	2,200	2.668,05	2.651,88	25	300	0,013	0,4837	6,84	0,000	0	0	0	1,56
	348	72,66	183,01	1,129	63,52	5	259	1,50	0,183	0,240	2,200	2.651,88	2.637,35	20	300	0,013	0,4326	6,12	0,010	0,076	0,29	1,77	2,75
	206	93,32	276,33	0,839	64,36	3	263	1,50	0,276	0,240	2,200	2.637,35	2.623,00	15,38	300	0,013	0,3794	5,37	0,010	0,076	0,29	1,56	2,81
	206,1	99,48	375,81	0,890	65,25	4	266	1,50	0,376	0,250	2,200	2.622,70	2.608,00	14,78	300	0,013	0,3719	5,26	0,010	0,076	0,29	1,53	2,2
	206,2	57,40	433,21	0,516	65,77	2	268	1,50	0,433	0,250	2,200	2.608,00	2.605,00	5,23	300	0,013	0,2212	3,13	0,010	0,076	0,29	0,91	1,73
	207	42,70	475,91	1,043	66,81	4	273	1,50	0,476	0,250	2,226	2.605,00	2.604,00	2,34	300	0,013	0,148	2,09	0,020	0,108	0,344	0,72	5,54
	TC 226	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	227	22,24	22,24	0,094	0,09	0	0	1,50	0,022	0,000	2,200	2.713,66	2.711,10	11,51	300	0,013	0,3282	4,64	0,010	0,076	0,29	1,35	2,01
	228	17,20	39,44	0,072	0,17	0	1	1,50	0,039	0,000	2,200	2.711,10	2.708,09	17,5	300	0,013	0,4047	5,73	0,010	0,076	0,29	1,66	1,91
	229	19,47	58,91	0,078	0,24	0	1	1,50	0,059	0,000	2,200	2.708,09	2.703,75	22,29	300	0,013	0,4567	6,46	0,000	0	0	0	2,28
	230	22,10	81,01	0,082	0,33	0	1	1,50	0,081	0,000	2,200	2.703,75	2.700,53	14,55	300	0,013	0,369	5,22	0,010	0,076	0,29	1,51	1,95
	231	10,77	91,78	0,300	0,53	1	2	1,50	0,092	0,000	2,200	2.700,53	2.698,96	14,55	300	0,013	0,369	5,22	0,010	0,076	0,29	1,51	2,26
	232	40,12	131,90	0,243	0,77	1	3	1,50	0,132	0,000	2,200	2.698,80	2.696,99	4,52	300	0,013	0,2057	2,91	0,010	0,076	0,29	0,84	2,38
	233	24,23	156,13	0,164	0,93	1	4	1,50	0,156	0,000	2,200	2.696,99	2.693,00	16,47	300	0,013	0,3926	5,55	0,010	0,076	0,29	1,61	1,94
	234	47,54	203,67	0,282	1,21	1	5	1,50	0,204	0,000	2,200	2.693,00	2.687,05	12,51	300	0,013	0,3422	4,84	0,010	0,076	0,29	1,4	1,97
	235	23,05	226,72	0,675	1,89	3	8	1,50	0,227	0,010	2,200	2.687,05	2.686,25	3,47	300	0,013	0,1802	2,55	0,010	0,076	0,29	0,74	1,95
	236	39,22	265,94	0,262	2,15	1	9	1,50	0,266	0,010	2,200	2.686,25	2.684,48	4,5	300	0,013	0,2052	2,9	0,010	0,076	0,29	0,84	2,66
	237	11,88	277,82	0,611	2,76	2	11	1,50	0,278	0,010	2,200	2.684,48	2.684,36	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	3,14
	238	32,81	310,63	0,338	3,10	1	13	1,50	0,311	0,010	2,200	2.684,36	2.679,66	14,32	300	0,013	0,3661	5,18	0,010	0,076	0,29	1,5	1,98
	239	11,88	322,51	0,128	3,23	1	13	1,50	0,323	0,010	2,200	2.679,66	2.676,51	26,52	300	0,013	0,4982	7,05	0,000	0	0	0	1,97
	240	15,21	337,72	0,170	3,40	1	14	1,50	0,338	0,010	2,200	2.676,51	2.671,03	36	300	0,013	0,5804	8,21	0,000	0	0	0	2,84
	241	40,80	378,52	0,450	3,85	2	16	1,50	0,379	0,010	2,200	2.670,90	2.657,86	31,95	300	0,013	0,5468	7,74	0,000	0	0	0	2,7
	242	15,21	393,73	0,157	4,01	1	16	1,50	0,394	0,010	2,200	2.657,86	2.656,26	10,52	300	0,013	0,3138	4,44	0,010	0,076	0,29	1,29	2,01
	243	67,31	461,04	0,951	4,96	4	20	1,50	0,461	0,020	2,200	2.656,14	2.653,14	4,46	300	0,013	0,2043	2,89	0,010	0,076	0,29	0,84	1,97
	244	30,53	491,57	0,074	5,03	0	21	1,50	0,492	0,020	2,200	2.653,10	2.652,79	1,02	300	0,013	0,0977	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	2,73
	245	22,19	513,76	0,050	5,08	0	21	1,50	0,514	0,020	2,200	2.652,79	2.652,57	0,99	300	0,013	0,0963	1,36	0,020	0,108	0,344	0,47	3,32
	246	40,03	553,79	0,101	5,18	0	21	1,50	0,554	0,020	2,200	2.652,57	2.647,15	13,54	300	0,013	0,356	5,04	0,010	0,076	0,29	1,46	2,05
	247	28,26	582,05	0,058	5,24	0	21	1,50	0,582	0,020	2,200	2.647,15	2.641,52	19,92	300	0,013	0,4318	6,11	0,010	0,076	0,29	1,77	2,1
	248	17,36	599,41	0,054	5,29	0	22	1,50	0,599	0,020	2,200	2.641,52	2.638,30	18,55	300	0,013	0,4166	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	2,11
	249	10,59	610,00	0,020	5,31	0	22	1,50	0,610	0,020	2,200	2.638,30	2.637,40	8,46	300	0,013	0,2814	3,98	0,010	0,076	0,29	1,15	1,92
	250	12,04	622,04	0,017	5,33	0	22	1,50	0,622	0,020	2,200	2.637,40	2.637,00	3,28	300	0,013	0,1752	2,48	0,010	0,076	0,29	0,72	1,8

ZONA 2	251	7,38	629,42	0,010	5,34	0	22	1,50	0,629	0,020	2,200	2.637,00	2.636,93	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	1,58
	252	7,07	636,49	0,038	5,38	0	22	1,50	0,636	0,020	2,200	2.636,93	2.636,79	1,98	300	0,013	0,1361	1,93	0,020	0,108	0,344	0,66	1,57
	253	36,77	673,26	0,102	5,48	0	22	1,50	0,673	0,020	2,200	2.636,79	2.636,42	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	3,7
	254	35,85	709,11	0,044	5,52	0	23	1,50	0,709	0,020	2,229	2.636,42	2.635,90	1,45	300	0,013	0,1165	1,65	0,020	0,108	0,344	0,57	1,57
	255	28,18	737,29	0,099	5,62	0	23	1,50	0,737	0,020	2,257	2.635,90	2.630,55	18,99	300	0,013	0,4216	5,96	0,010	0,076	0,29	1,73	1,99
	256	22,32	759,61	0,038	5,66	0	23	1,50	0,760	0,020	2,280	2.630,55	2.628,20	10,51	300	0,013	0,3136	4,44	0,010	0,076	0,29	1,29	2,09
	257	28,00	787,61	0,084	5,74	0	23	1,50	0,788	0,020	2,308	2.628,20	2.627,92	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	1,69
	258	18,12	805,73	0,022	5,77	0	24	1,50	0,806	0,020	2,326	2.627,92	2.625,33	14,29	300	0,013	0,3657	5,17	0,010	0,076	0,29	1,5	1,57
	259	18,48	824,21	0,023	5,79	0	24	1,50	0,824	0,020	2,344	2.625,33	2.625,05	1,52	300	0,013	0,1193	1,69	0,020	0,108	0,344	0,58	3,08
	260	34,23	858,44	0,086	5,88	0	24	1,50	0,858	0,020	2,378	2.625,05	2.624,71	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	3,03
	261	32,27	890,71	0,066	5,94	0	24	1,50	0,891	0,020	2,411	2.624,71	2.624,39	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,86
	262	31,53	922,24	0,064	6,01	0	25	1,50	0,922	0,020	2,442	2.624,39	2.624,07	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,030	0,131	0,386	0,53	3,25
	264	27,83	950,07	0,011	6,02	0	25	1,50	0,950	0,020	2,470	2.624,07	2.623,79	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,030	0,131	0,386	0,53	5,11
	265	9,22	959,29	0,048	6,06	0	25	1,50	0,959	0,020	2,479	2.623,79	2.620,56	35,03	300	0,013	0,5726	8,1	0,000	0	0	0	3,98
	266	7,11	966,40	0,008	6,07	0	25	1,50	0,966	0,020	2,486	2.620,56	2.618,17	33,61	300	0,013	0,5608	7,93	0,000	0	0	0	1,85
	267	15,7	982,1	0,039	6,11	0	25	1,50	0,982	0,020	2,502	2.618,17	2.612,54	35,86	300	0,013	0,5793	8,2	0,000	0	0	0	1,53
	268	16,87	998,97	0,021	6,13	0	25	1,50	0,999	0,020	2,519	2.612,54	2.608,75	22,45	300	0,013	0,4584	6,49	0,010	0,076	0,29	1,88	1,98
	269	35,66	1034,63	0,081	6,21	0	25	1,50	1,035	0,020	2,555	2.608,75	2.606,44	6,48	300	0,013	0,2463	3,48	0,010	0,076	0,29	1,01	2,07
	270	36,45	1071,08	0,114	6,33	0	26	1,50	1,071	0,020	2,591	2.606,44	2.600,58	16,07	300	0,013	0,3878	5,49	0,010	0,076	0,29	1,59	1,87
	271	35,17	1106,25	0,186	6,51	1	27	1,50	1,106	0,030	2,636	2.600,58	2.586,68	39,52	300	0,013	0,6081	8,6	0,000	0	0	0	3,58
	272	9,92	1116,17	1,258	7,77	5	32	1,50	1,116	0,030	2,646	2.584,68	2.582,00	27,02	300	0,013	0,5028	7,11	0,010	0,076	0,29	2,06	2,02
	273	53,89	1170,06	0,272	8,04	1	33	1,50	1,170	0,030	2,700	2.581,95	2.562,01	37	300	0,013	0,5884	8,32	0,000	0	0	0	3,69
	274	13,12	1183,18	0,056	8,10	0	33	1,50	1,183	0,030	2,713	2.562,01	2.561,88	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	1,8
	275	42,00	1225,18	0,230	8,33	1	34	1,50	1,225	0,030	2,755	2.561,87	2.561,29	1,39	300	0,013	0,1141	1,61	0,020	0,108	0,344	0,55	1,58
	276	16,62	1241,80	0,048	8,38	0	34	1,50	1,242	0,030	2,772	2.561,29	2.561,12	1,02	300	0,013	0,0977	1,38	0,030	0,131	0,386	0,53	2,16
	277	21,10	1262,90	0,161	8,54	1	35	1,50	1,263	0,030	2,793	2.561,12	2.560,91	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	2,88
	TC 280	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,88
	279	123,75	123,75	1,645	1,64	7	7	1,50	0,124	0,010	2,200	2.579,13	2.563,05	13	300	0,013	0,3488	4,93	0,010	0,076	0,29	1,43	2,67
	278	10,97	134,72	1,645	3,29	7	13	1,50	0,135	0,010	2,200	2.563,00	2.562,89	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	1,97
	277	21,52	156,24	1,645	4,93	7	20	1,50	0,156	0,020	2,200	2.562,89	2.561,99	4,18	300	0,013	0,1978	2,8	0,010	0,076	0,29	0,81	2,88
	277		1419,14	0,100	13,47	0	55	1,50	1,419	0,050	2,969	2.560,91	2.560,91	-----	300	0,013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2,88
	277.1	93,68	1512,82	0,100	13,57	0	55	1,50	1,513	0,050	3,063	2.560,91	2.559,97	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	4,13
	277.2	36,30	1549,12	0,113	13,69	0	56	1,50	1,549	0,050	3,099	2.559,97	2.559,61	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,030	0,131	0,386	0,53	2,75
	277.3	34,92	1584,04	0,109	13,79	0	56	1,50	1,584	0,050	3,134	2.559,61	2.555,00	13,2	300	0,013	0,3515	4,97	0,010	0,076	0,29	1,44	1,57
	277,4	26,72	1610,76	0,096	13,89	0	57	1,50	1,611	0,050	3,161	2.555,00	2.551,00	14,97	300	0,013	0,3743	5,3	0,010	0,076	0,29	1,54	2,13
	228	17,21	17,21	0,072	0,07	0	0	1,50	0,017	0,000	2,200	2.711,10	2.708,09	17,49	300	0,013	0,4046	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,91
	291	27,89	45,10	0,060	0,13	0	1	1,50	0,045	0,000	2,200	2.708,09	2.703,52	16,39	300	0,013	0,3916	5,54	0,010	0,076	0,29	1,61	2,07
	292	11,60	56,70	0,020	0,15	0	1	1,50	0,057	0,000	2,200	2.703,52	2.700,68	24,48	300	0,013	0,4786	6,77	0,000	0	0	0	1,97
	293	10,07	66,77	0,018	0,17	0	1	1,50	0,067	0,000	2,200	2.700,68	2.697,71	29,49	300	0,013	0,5253	7,43	0,000	0	0	0	1,93
	294	11,59	78,36	0,020	0,19	0	1	1,50	0,078	0,000	2,200	2.697,71	2.694,87	24,49	300	0,013	0,4787	6,77	0,000	0	0	0	2
	295	36,88	115,24	0,144	0,33	1	1	1,50	0,115	0,000	2,200	2.694,76	2.686,09	23,5	300	0,013	0,469	6,63	0,000	0	0	0	2,22
	296	9,43	124,67	0,045	0,38	0	2	1,50	0,125	0,000	2,200	2.686,09	2.684,35	18,45	300	0,013	0,4155	5,88	0,010	0,076	0,29	1,71	1,88
	297	8,00	132,67	0,047	0,43	0	2	1,50	0,133	0,000	2,200	2.684,35	2.682,22	26,56	300	0,013	0,4985	7,05	0,000	0	0	0	1,95
	298	11,26	143,93	0,008	0,43	0	2	1,50	0,144	0,000	2,200	2.682,22	2.679,13	27,44	300	0,013	0,5067	7,17	0,000	0	0	0	1,94
	299	10,97	154,90	0,018	0,45	0	2	1,50	0,155	0,000	2,200	2.679,13	2.676,11	27,52	300	0,013	0,5075	7,18	0,000	0	0	0	1,97
	300	10,98	165,88	0,049	0,50	0	2	1,50	0,166	0,000	2,200	2.676,11	2.673,31	25,5	300	0,013	0,4885	6,91	0,000	0	0	0	1,98
	301	19,31	185,19	0,066	0,57	0	2	1,50	0,185	0,000	2,200	2.673,31	2.668,00	27,5	300	0,013	0,5073	7,18	0,000	0	0	0	1,65
	302	14,71	199,90	0,048	0,61	0	2	1,50	0,200	0,000	2,200	2.668,00	2.663,28	32,09	300	0,013	0,548	7,75	0,000	0	0	0	1,6
	303	24,67	224,57	0,081	0,69	0	3	1,50	0,225	0,000	2,200	2.663,28	2.655,00	33,56	300	0,013	0,5604	7,93	0,000	0	0	0	2,01
	304	17,36	241,93	0,058	0,75	0	3	1,50	0,242	0,000	2,200	2.655,00	2.650,11	28,17	300	0,013	0,5134	7,26	0,000	0	0	0	1,95
	305	21,15	263,08	0,072	0,82	0	3	1,50	0,263	0,000	2,200	2.650,11	2.645,22	23,12	300	0,013	0,4651	6,58	0,000	0	0	0	2,58
	306	31,50	294,58	0,099	0,92	0	4	1,50	0,295	0,000	2,200	2.645,22	2.642,23	9,49	300	0,013	0,298	4,22	0,010	0,076	0,29	1,22	1,91
	307	13,08	307,66	0,048	0,97	0	4	1,50	0,308	0,000	2,200	2.642,23	2.640,99	9,47	300	0,013	0,2977	4,21	0,010	0,076	0,29	1,22	2
	308	20,01	327,67	0,076	1,05	0	4	1,50	0,328	0,000	2,200	2.640,99	2.640,09	4,48	300	0,013	0,2048	2,9	0,010	0,076	0,29	0,84	1,93
	309	12,85	340,52	0,060	1,11	0	5	1,50	0,341	0,000	2,200	2.640,09	2.639,12	7,52	300	0,013	0,2653	3,75	0,010	0,076	0,29	1,09	1,94
	310	10,75	351,27	0,038	1,15	0	5	1,50	0,351	0,000	2,200	2.639,12	2.638,53	5,49	300	0,013	0,2267	3,21	0,010	0,076	0,29	0,93	1,9
	311	15,53	366,80	0,067	1,21	0	5	1,50	0,367	0,000	2,200	2.638,53	2.637,68	5,47	300	0,013	0,2262	3,2	0,010	0,076	0,29	0,93	1,94
	312	8,51	375,31	0,015	1,23	0	5	1,50	0,375	0,000	2,200	2.637,68	2.637,12	6,53	300	0,013	0,2472	3,5	0,010	0,076	0,29	1,02	1,89

ZONA 2	313	6,52	381,83	0,011	1,24	0	5	1,50	0,382	0,000	2,200	2.637,12	2.636,24	13,5	300	0,013	0,3554	5,03	0,010	0,076	0,29	1,46	1,89
	314	8,95	390,78	0,016	1,25	0	5	1,50	0,391	0,000	2,200	2.636,24	2.635,48	8,49	300	0,013	0,2819	3,99	0,010	0,076	0,29	1,16	2,09
	315	28,56	419,34	0,100	1,35	0	6	1,50	0,419	0,010	2,200	2.635,48	2.633,89	5,57	300	0,013	0,2283	3,23	0,010	0,076	0,29	0,94	2,02
	316	37,83	457,17	0,066	1,42	0	6	1,50	0,457	0,010	2,200	2.633,89	2.629,92	10,49	300	0,013	0,3133	4,43	0,010	0,076	0,29	1,28	1,9
	317	12,54	469,71	0,025	1,45	0	6	1,50	0,470	0,010	2,200	2.629,92	2.627,85	16,49	300	0,013	0,3928	5,56	0,010	0,076	0,29	1,61	1,97
	318	4,24	473,95	0,013	1,46	0	6	1,50	0,474	0,010	2,200	2.627,85	2.627,23	14,6	300	0,013	0,3696	5,23	0,010	0,076	0,29	1,52	1,89
	319	7,76	481,71	0,172	1,63	1	7	1,50	0,482	0,010	2,200	2.627,23	2.627,15	1,03	300	0,013	0,0982	1,39	0,020	0,108	0,344	0,48	2,06
	320	29,55	511,26	0,122	1,75	0	7	1,50	0,511	0,010	2,200	2.627,15	2.624,09	10,36	300	0,013	0,3114	4,41	0,010	0,076	0,29	1,28	2,09
	321	11,50	522,76	0,048	1,80	0	7	1,50	0,523	0,010	2,200	2.624,09	2.621,96	18,52	300	0,013	0,4163	5,89	0,010	0,076	0,29	1,71	1,91
	322	11,50	534,26	0,093	1,89	0	8	1,50	0,534	0,010	2,200	2.621,96	2.619,26	23,48	300	0,013	0,4688	6,63	0,000	0	0	0	1,95
	323	13,91	548,17	0,058	1,95	0	8	1,50	0,548	0,010	2,200	2.619,26	2.615,16	29,48	300	0,013	0,5252	7,43	0,000	0	0	0	2,07
	324	37,03	585,20	0,113	2,06	0	8	1,50	0,585	0,010	2,200	2.615,16	2.606,51	23,36	300	0,013	0,4676	6,62	0,000	0	0	0	2,84
	325	8,24	593,44	0,065	2,13	0	9	1,50	0,593	0,010	2,200	2.606,51	2.605,97	6,53	300	0,013	0,2472	3,5	0,010	0,076	0,29	1,02	1,91
	326	8,44	601,88	0,036	2,16	0	9	1,50	0,602	0,010	2,200	2.605,97	2.604,58	16,47	300	0,013	0,3926	5,55	0,010	0,076	0,29	1,61	1,93
	327	24,38	626,26	0,100	2,26	0	9	1,50	0,626	0,010	2,200	2.604,58	2.600,74	15,75	300	0,013	0,3839	5,43	0,010	0,076	0,29	1,57	2,21
	328	30,79	657,05	0,082	2,35	0	10	1,50	0,657	0,010	2,200	2.600,74	2.596,59	13,48	300	0,013	0,3552	5,03	0,010	0,076	0,29	1,46	1,88
	329	17,70	674,75	0,151	2,50	1	10	1,50	0,675	0,010	2,200	2.596,59	2.593,37	18,19	300	0,013	0,4126	5,84	0,010	0,076	0,29	1,69	2,32
	330	21,50	696,25	0,108	2,61	0	11	1,50	0,696	0,010	2,206	2.593,37	2.591,12	10,47	300	0,013	0,313	4,43	0,010	0,076	0,29	1,28	2,07
	331	14,58	710,83	0,067	2,67	0	11	1,50	0,711	0,010	2,221	2.591,12	2.590,34	5,32	300	0,013	0,2231	3,16	0,010	0,076	0,29	0,92	1,66
	332	33,38	744,21	0,159	2,83	1	12	1,50	0,744	0,010	2,254	2.590,34	2.590,00	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	2,14
	333	22,02	766,23	0,128	2,96	1	12	1,50	0,766	0,010	2,276	2.590,00	2.587,29	12,31	300	0,013	0,3394	4,8	0,010	0,076	0,29	1,39	2,1
	334	38,76	804,99	0,205	3,16	1	13	1,50	0,805	0,010	2,315	2.587,29	2.584,40	7,46	300	0,013	0,2642	3,74	0,010	0,076	0,29	1,08	1,78
	335	27,12	832,11	0,166	3,33	1	14	1,50	0,832	0,010	2,342	2.584,40	2.584,13	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,32
	336	12,98	845,09	0,212	3,54	1	14	1,50	0,845	0,010	2,355	2.584,13	2.584,00	1	300	0,013	0,0967	1,37	0,020	0,108	0,344	0,47	2,8
	337	13,58	858,67	0,046	3,59	0	15	1,50	0,859	0,010	2,369	2.584,00	2.583,47	3,9	300	0,013	0,191	2,7	0,010	0,076	0,29	0,78	2,93
	338	8,89	867,56	0,035	3,62	0	15	1,50	0,868	0,010	2,378	2.583,47	2.583,38	1,01	300	0,013	0,0972	1,38	0,020	0,108	0,344	0,47	1,97
	339	17,31	884,87	0,068	3,69	0	15	1,50	0,885	0,010	2,395	2.583,38	2.580,66	15,71	300	0,013	0,3834	5,42	0,010	0,076	0,29	1,57	2,01
	340	10,32	895,19	0,044	3,74	0	15	1,50	0,895	0,010	2,405	2.580,66	2.579,37	12,45	300	0,013	0,3413	4,83	0,010	0,076	0,29	1,4	1,88
	281	7,52	902,71	0,077	3,81	0	16	1,50	0,903	0,010	2,413	2.579,37	2.578,73	8,44	300	0,013	0,281	3,98	0,010	0,076	0,29	1,15	1,91
	282	33,80	936,51	0,117	3,93	0	16	1,50	0,937	0,010	2,447	2.578,73	2.574,87	11,42	300	0,013	0,3269	4,62	0,010	0,076	0,29	1,34	2,13
	283	14,87	951,38	0,053	3,98	0	16	1,50	0,951	0,010	2,461	2.574,87	2.572,72	14,47	300	0,013	0,368	5,21	0,010	0,076	0,29	1,51	1,95
	284	15,45	966,83	0,155	4,14	1	17	1,50	0,967	0,020	2,487	2.572,72	2.569,24	22,52	300	0,013	0,4591	6,49	0,010	0,076	0,29	1,88	1,94
	285	13,90	980,73	0,150	4,29	1	17	1,50	0,981	0,020	2,501	2.569,24	2.566,11	22,52	300	0,013	0,4591	6,49	0,010	0,076	0,29	1,88	2,02
	286	12,30	993,03	0,036	4,32	0	18	1,50	0,993	0,020	2,513	2.566,11	2.563,84	18,46	300	0,013	0,4156	5,88	0,010	0,076	0,29	1,71	2,05
	287	29,26	1022,29	0,081	4,40	0	18	1,50	1,022	0,020	2,542	2.563,84	2.559,89	13,5	300	0,013	0,3554	5,03	0,010	0,076	0,29	1,46	1,89
	288	19,47	1041,76	0,060	4,46	0	18	1,50	1,042	0,020	2,562	2.559,89	2.557,06	14,54	300	0,013	0,3689	5,22	0,010	0,076	0,29	1,51	1,92
	289	10,92	1052,68	0,029	4,49	0	18	1,50	1,053	0,020	2,573	2.557,06	2.555,15	17,49	300	0,013	0,4046	5,72	0,010	0,076	0,29	1,66	1,9
	290	11,67	1064,35	0,012	4,50	0	18	1,50	1,064	0,020	2,584	2.555,15	2.552,88	19,45	300	0,013	0,4266	6,04	0,010	0,076	0,29	1,75	1,93
	191	59,07	1123,42	0,337	4,84	1	20	1,50	1,123	0,020	2,643	2.552,88	2.546,50	10,8	300	0,013	0,3179	4,5	0,010	0,076	0,29	1,31	5,95

CAPÍTULO 7

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

7.1 Objetivo.

El objetivo de este manual es establecer procedimientos básicos de Operación y Mantenimiento de redes de alcantarillado de la comunidad de Auquilula, cuya ejecución contribuya al mejoramiento de la eficiencia, eficacia y sostenibilidad del servicio de recolección y transporte de aguas residuales. Previniendo de esta manera, los riesgo de la salud pública e inconvenientes derivados de la interrupción del servicio.

7.2 Organización.

La cantidad de personas que se dedicarán a los trabajos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado debe ser adecuada a la extensión del sistema y al tipo de trabajo que se realizará, es difícil dar cifras adecuadas sobre la necesidad de personal, para el caso del sector Auquilula, es recomendable que se delegue a la cuadrilla de operación y mantenimiento para realizar cualquier tipo de intervención y/o reparación.

Se deberá seleccionar personal físicamente capacitado. Los exámenes físicos rutinarios son necesarios. Las lesiones físicas están ligadas con los peligros inherentes al trabajo que se desarrollan en las calles y en las zanjas.

El personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud.

Durante la operación se deberá tomar estrictas medidas para proteger a los trabajadores frente a posibles accidentes, enfermedades, asfixias, envenenamiento, explosiones, descargas eléctricas, etc.

7.3 Operación del sistema.

La Municipalidad u Organización operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad. Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas.
La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.).

La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes.

7.3.1 Puesta en marcha.

Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado éstas deberán ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso. Las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan utilizando linternas y espejos.
Se deberá inspeccionar los buzones y cámaras y dispositivos simplificados de inspección, para asegurar el libre paso de la totalidad de la sección.

7.3.2 Inspección.

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

7.4 Red de colectores.

La inspección rutinaria debe dirigirse a los colectores colocados cruzando el campo o localizados en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias y a las líneas de alcantarillado con mayor incidencia de problemas. La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

a) La vejez o antigüedad de la tubería.
b) El grado de corrosión interna o externa.
c) La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
d) La penetración de raíces en la tubería.
e) La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
f) Existencia de tapas de los pozos y estado de conservación interno del pozo.

La inspección interna de los colectores y pozos será en forma visual empleando linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua.

Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, en base al comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado.
Como parte de las labores de inspección se debe verificar el estado de las tapas de los pozos y de las cajas de los registros domiciliarios.

7.5 Limpieza de colectores y pozos de revisión.

En base a la información obtenida en la inspección se programará las labores de mantenimiento de los colectores. Se deberá tener especial cuidado al decidir que tramos se inspeccionarán, ya que resulta un desperdicio de esfuerzos y dinero el inspeccionar toda la red. Gran parte de ella no presenta problemas y no tiene sentido la inspección.

Las cuadrillas para la inspección deberán estar conformadas por lo menos por tres hombres. El responsable de la operación y mantenimiento deberá fijar una frecuencia de inspección que estará en función a las condiciones locales, disponibilidad de recursos, estado de conservación de colectores y toda la experiencia previa de inspección.

7.5.1 Colectores.

a) Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.
b) La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.
c) Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundante chorros de agua.
d) Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8" a ½" de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm. de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería.
e) Se deberán abrir las tapas de los pozos aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas.
f) Cuando sea necesario, se deberá ocasionar el represamiento del flujo en un pozo inspección, taponándolo con algún material impermeable a mano, el arranque de la tubería. Al levantarse dicho "tapón", el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo. Esta práctica da muy buenos resultados en tuberías de diámetro de 200 mm y 300 mm. 'Esperar 15 minutos por lo menos para ventilar la cámara'.

7.5.2 Pozos de revisión.

7.5.2.1 Mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo del pozo.

a) Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.

b) Abrir las tapas de los pozos aguas arriba y aguas abajo del tramo afectado por lo menos 15 minutos antes de ingresar a realizar los trabajos.

c) Taponado de llegadas de tuberías al pozo.

d) Desvío de las aguas servidas (si fuese necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo).

e) Limpieza del fondo del pozo.

De acuerdo al estado del pozo, se efectuará una o varias de las siguientes actividades:

f) Reconstrucción de la solera con mortero 1:2 y/o.

g) Reconstrucción de media caña con mortero 1:2 y/o.

h) Reconstrucción de cuerpo de pozo a través de las siguientes actividades:

1. Mediante la demolición del cuerpo del pozo deteriorado.
2. Encofrado del cuerpo del pozo.
3. Reconstrucción del cuerpo del pozo con concreto (f'c= 180 kg/cm2).
4. Desencofrado.
5. Después del fraguado, destapar el colector.
6. Eliminación de restos de materiales y limpieza de la zona de trabajo.

7.6 Mantenimiento de la red de recolección y estructuras especiales.

a) Cuando se hayan acumulado bastantes sólidos y natas se deberán limpiar los tanques, porque se corre el riesgo de permitir la salida de los lodos, que malograrían el funcionamiento de los colectores.

b) Por lo menos una vez por año se inspeccionará la altura de lodos en el tanque.

c) El tanque deberá ser limpiado cuando la capa del lodo sedimentada se encuentre a 30 cm del deflector de salida o cuando el fondo de la capa de espuma se halle a unos 8 cm. aproximadamente del mismo deflector.

d) Para medir la altura de lodos y la profundidad del líquido, se utilizará una pértiga que tenga amarrado trapos o toallas blancas en un extremo, que se hace descender hasta el fondo del tanque. La altura de la mancha negra que queda sobre los trapos blancos será la altura correspondiente a los sedimentos.

e) El espesor de la nata se medirá utilizando una vara a la que se haya fijado una aleta con bisagra. La vara se introduce en la capa de nata hasta que la aleta se ponga en forma horizontal, al levantar la vara se podrá ver el fondo de la capa de nata y saber a qué profundidad se encuentra; con la misma vara se podrá determinar la profundidad del dispositivo de descarga; la diferencia entre estas dos medidas debe ser mayor a 8 cm., de lo contrario se deberá lavar el tanque.

f) Los lodos deberán ser extraídos del tanque utilizando una bomba, estos deben ser llevados a un relleno sanitario para su entierro.

g) Durante la limpieza del tanque se deberá tener mucho cuidado con los gases tóxicos que salen del lodo, preferiblemente ninguna persona debe ingresar al tanque. Si es forzoso el ingreso, el tanque debe ser previamente ventilado por un largo tiempo, y a la persona que ingresará, se le atará una cuerda a la cintura, sujetada en su otro extremo por una persona fuerte que pueda sacarlo si al trabajador le llegaran a afectar los gases.

CAPÍTULO 8

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

8.1 Tratamiento de aguas residuales.

8.1.1 Objetivo del tratamiento.

El objetivo primordial para la depuración del agua residual es evitar la contaminación de las aguas del cuerpo receptor de forma que puedan ser utilizadas con seguridad para otras actividades, en la zona aguas abajo de los puntos de descarga.

8.2 Parámetros de calidad a observarse en la depuración del agua residual

El agua residual de tipo doméstica tiene básicamente los siguientes potenciales efectos contaminantes:

- Incremento de materiales sólidos flotantes que desmejoran la calidad estética y paisajística.
- Su contenido de materia orgánica (caracterizada por la demanda bioquímica de oxígeno: DBO), que al ser descargada origina la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en el agua del cuerpo receptor, pudiendo en caso extremo afectar el normal desarrollo de la flora y fauna acuática. Es importante indicar que normalmente este problema no es de magnitud considerable debido al gran potencial de reaeración de las corrientes superficiales.
- El aspecto de mayor importancia consiste en el elevado riesgo microbiológico que tiene este tipo de aguas residuales puesto que a través del agua de la corriente en la que son descargadas pueden transmitir una amplia variedad de enfermedades.

(Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), 2003)

Por lo expuesto, el diseño de los sistemas de tratamiento tiene como objetivo básico la remoción de sólidos gruesos, disminución de la carga orgánica y microbiológica del agua residual hasta niveles que no produzcan efectos contaminantes en el cuerpo receptor.

El (Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), 2003), establece entre otros aspectos, los siguientes requerimientos de depuración mínima del agua residual a ser descargada en cuerpos hídricos superficiales. Ver Tabla 8.2 1.

Tabla 8.2 1: Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce			
Parámetro	**Expresado como**	**Unidad**	**Límite permisible**
Potencial Hidrógeno	PH	----	5-9
Materia Flotante	Material visible	----	Ausencia
Sólidos suspendidos	-----	mg/l	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/l	100
Demanda Química de Oxigeno	DQO	mg/l	250
Coliformes fecales	NMP/100ml		Remoción mayor al 99.9%

Fuente: (Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), 2003).
Nota: En la tabla se encuentran solo los límites necesarios para el diseño de la planta de tratamiento.

8.3 Criterios para la selección del tipo de tratamiento.

Los criterios básicos para adopción de un determinado tratamiento son:

- Obtener un elevado nivel de depuración sobre todo en el aspecto microbiológico.
- Que su operación sea lo más simple posible de manera que sea efectuada por los propios usuarios.
- Que los costos de construcción, y fundamentalmente de operación sean mínimos, para asegurar su sostenibilidad.

8.4 Procesos de tratamiento y grado de remoción.

Según el (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, Norma CO 10.7 - 601, 2010)

Para la selección de los procesos de tratamiento de las aguas residuales se usará como guía los valores de la Tabla 8.3.1 1, en la cual se presenta bajo la columna de helminto, la remoción de huevos de nematodos intestinales de los diferentes procesos, en unidades de ciclos logarítmicos (base 10).

Tabla 8.3.1 1: Procesos de tratamiento y grados de remoción.

Procesos de Tratamiento y Grados de Remoción				
PROCESO DE TRATAMIENTO	**REMOCIÓN, %**		**REM.,ciclos log_{10}**	
	DBO	**Sólidos S.**	**Bacteria**	**Helminto**
Sedimentación primaria	25-40	40-70	0-1	0-1
Lodos activados (a)	55-95	55-95	0-2	0-1
Filtros percoladores (a)	50-95	50-92	0-2	0-1
Lagunas aeradas (b)	80-90	(c)	1-2	0-1
Zanjas de oxidación (d)	90-98	80-95	1-2	0-1
Lagunas de estabilización.(e)	70-85	(c)	1-6	1-4

Fuente: (Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, CO 10.7 - 602, 2010).

(a) Precedidos y seguidos de sedimentación.

(b) Incluye laguna secundaria.

(c) Dependiente del tipo de lagunas.

(d) Seguidas de sedimentación.

(e) Dependiendo del número de lagunas y otros factores como: Temperatura, período de retención y formas.

8.5 Diseño de los sistemas de depuración del agua residual.

8.5.1 Caudal de diseño de la planta de tratamiento.

El caudal utilizado para el diseño de esta Planta de Tratamiento es igual al caudal promedio de aguas servidas domésticas. La población proyectada de la comunidad de Auquilula al año 2040 es de 974 habitantes incluyendo los 500 habitantes del centro de la parroquia Santa Ana, valor que se utiliza para el diseño de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales.

En lo que respecta a la dotación de agua potable, se utiliza el valor de 130 lt/hab/día, de acuerdo a la Tabla 5.6 1. Expuesta en el capítulo 5.

8.5.1.1 Caudal medio de aguas servidas domésticas:

Tabla 8.5.1.1 1: Datos para el cálculo del caudal medio.

DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población futura	**P**	hab.	974
Dotación final periodo diseño	**Dot.**	Lt/hab/día	130.00
Aporte de aguas servidas	**k**	%	80.00

$$Qm = \frac{Pf * Dot * k}{86400}$$

Ecuación 8.5.1.1 1.

Qm=	1,09	lt/seg
Qm=	94,965	m^3/día

8.6 Fosa séptica más humedal artificial.

8.6.1 Tratamiento primario.

8.6.1.1 Decantación primaria mediante fosa séptica.

En una fosa séptica de doble cámara, el primer compartimento se utiliza para la sedimentación, digestión del fango y almacenamiento de éste.

El tanque séptico sirve para:

- Eliminar sólidos suspendidos y material flotante.
- Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados.
- Almacenar lodos y material flotante.

La remoción del DBO en un tanque séptico puede ser del 30 al 50%, de grasas y aceites un 70% a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de sólidos suspendidos para aguas residuales domésticas típicas. (Rojas, 2002).

La experiencia ha demostrado que para obtener una sedimentación efectiva y un periodo de desenlode apropiado, el tiempo de retención del tanque debe ser de 0.50 a 3 días. La frecuencia de limpieza se puede calcular suponiendo una capacidad de lodos de un tercio del volumen del tanque.

El tanque debe ser completamente hermético y debe tener acceso adecuado para mantenimiento y limpieza, y las unidades de entrada y salida deben ser fácilmente accesibles. El tanque séptico debe limpiarse cuando la capa de natas se extiende a menos de 7.50 cm desde el borde inferior de la pantalla o unidad de salida o cuando el manto de lodos tiene un espesor mayor del 40% de la profundidad del líquido del tanque.

8.6.1.2 Funcionamiento y operación.

Los sólidos sedimentables que se encuentran en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico. Las grasas, aceites y demás materiales ligeros tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo, corresponde al agua tratada para luego ser llevada para continuar con el tratamiento mediante filtros anaerobios. La materia orgánica retenida en el fondo del tanque se somete a un proceso de descomposición anaerobia y facultativa, transformándose en compuestos y gases más estables como el CO2, CH4.

Aunque en los tanques sépticos se forme sulfuro de hidrógeno, no es común la formación de olores, ya que el sulfuro de hidrógeno se combina con los metales presentes formando sulfuros metálicos insolubles que se acumulan en los sólidos que se sedimentan. A pesar de la descomposición anaerobia reduce el volumen del material sólido depositado en el fondo del tanque, existe siempre una acumulación neta de lodo.

Parte del lodo alimentado se adhiere a las burbujas de gas generadas en el proceso de descomposición del material sólido del fondo del tanque, y asciende junto con ellas aumentando el espesor de la capa de espuma formada en la superficie del tanque. A largo plazo, la acumulación de lodo y espuma hace que se reduzca la capacidad volumétrica efectiva del tanque; por tanto es conveniente realizar bombeos periódicos del contenido del tanque a manera de mantenimiento programado.

Para limitar la descarga de sólidos en el efluente de tanques sépticos se ha usado un diseño con dos compartimentos. Un método más efectivo para reducir la descarga de sólidos, consiste en instalar un filtro para mejorar la calidad del efluente.

El dimensionamiento de la fosa séptica de doble cámara se realiza siguiendo el procedimiento establecido en el (Arruda, 2007).

8.7 Diseño de la fosa séptica.

8.7.1 Volumen de la fosa séptica.

De acuerdo al (Civil, 1990), el volumen útil puede ser determinado utilizando la siguiente formula:

$$V = 1.3 * N[(C * T) + (100 * Lf)]$$

Ecuación 8.7.1 1.

$$N = \frac{Pt}{NF}$$

Ecuación 8.7.1 2.

$$\mathrm{C} = Dot * \mathrm{K}$$

Ecuación 8.7.1 3.

$$\mathrm{C_T} = C * \mathrm{N}$$

Ecuación 8.7.1 4.

Cabe mencionar que los valores asumidos para el tiempo de retención adoptado (T) y contribución de lodos frescos (Lf) fueron extraídos de la literatura (Pacheco, Tratamiento de Esgotos Domesticos, 2007).

A continuación en la Tabla 8.7.1 1 se presenta los datos utilizados para el diseño de la fosa séptica.

Tabla 8.7.1 1: Datos utilizados para el diseño.

DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población Total	Pt	hab.	974
Numero de fosas sépticas	NF	hab.	1
Número de habitantes (Población de diseño)	N	hab.	974
Dotación final periodo de diseño	Dot	L/hab/día	130,00
Aporte de aguas servidas	k	%	80%
Producción aguas residuales por persona	C	L/hab*día	104,00
Producción aguas residuales TOTAL	C_T	L/día	101.296
Tiempo de retención adoptado	T	días	0,50
Contribución de lodos frescos	L_f	L/hab*día	1,00
Relación Largo/ancho	L/b	adim.	3,00
Profundidad del tanque	h	m	2,00
Altura libre	hs	m	0,30

Cálculo:

V =	1,30 * 974 * (104 * 0,5 + 100 * 1)	
V =	**192.462**	**lts**
V =	**192,46**	**m^3**

8.7.2 Dimensiones de la fosa séptica.

En la Tabla 8.7.2 1 se puede observar las dimensiones mínimas constructivas de la fosa séptica, basadas en la literatura (Pacheco, Tratamiento de Esgotos Domesticos, 2007).

Tabla 8.7.2 1: Dimensiones mínimas de la fosa séptica.

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA FOSA		
Ancho interno mínimo	b = 0,80m	
Profundidad útil mínima	h = 1,20m	
Relación:	2 <= L/b <= 4	
El ancho interno no debe ser mayor que 2 veces la profundidad útil		
El ancho de cámara	b <= L	
La relación de las longitudes de la cámara		
L_1 =	2/3 * L	Cámara No.1
L_2 =	1/3 * L	Cámara No.2
El orificio para el paso de las dos cámaras deben estar ubicado a 2/3 h		
Los bordes superiores de estos orificios deben ser localizados a una distancia de 0.3m por debajo de la superficie del líquido		
El área de la sección transversal del orificio debe ser estar entre 5 y 10% de la sección útil		

Fuente: (Pacheco, Tratamiento de Esgotos Domesticos, 2007).
Nota: Los valores asumidos para el diseño de la fosa séptica se muestran en la Tabla 8.7.2 2.

Tabla 8.7.2 2: Valores asumidos para el diseño de la fosa séptica.

VOLUMEN	**ANCHO**	**LARGO**	**PROFUNDIDAD**	**VOLUMEN REAL**
m3	**m**	**m**	**m**	
192,46	6,20	18,60	1,70	196,04

En el Figura 8.7.2.1 se puede observar el diseño en tal de la fosa séptica de doble cámara.

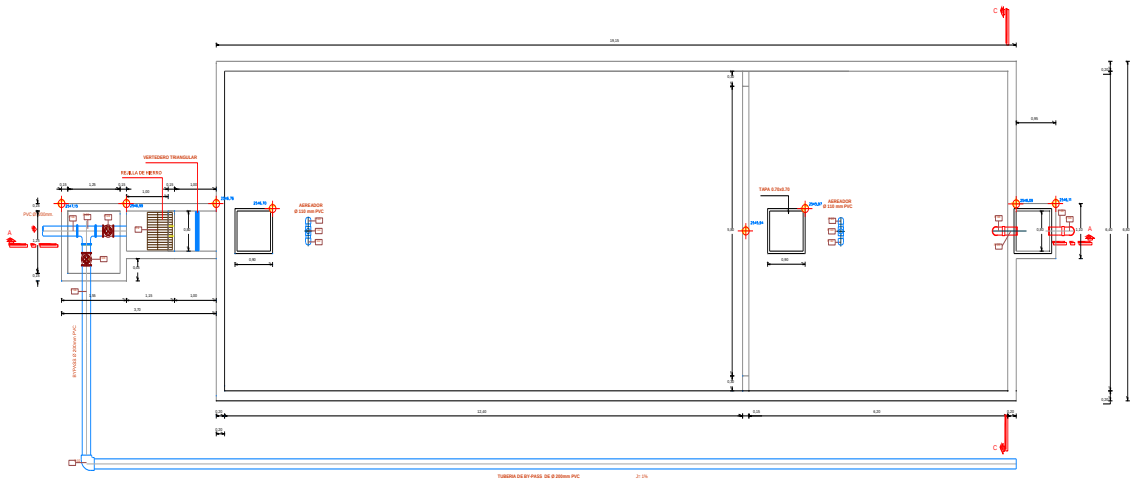

Figura 8.7.2 1: Diseño de la fosa séptica.
Nota: El diseño se puede apreciar mejor en el **ANEXO 5**.

8.7.3 Longitud de las cámaras.

Cálculo:

L1 = 2/3 * L	12,40	m
L2 = 1/3 * L	6,20	m

8.7.4 Orificios para el paso de las cámaras.

Cálculo:

2/3 * h =	1,10	m

8.7.5 Área de la sección transversal del orifico.

Cálculo:

$$At = 10\%(b * h)$$

Ecuación 8.7.5 1.

$$b = \frac{At}{a}$$

Ecuación 8.7.5 2.

Donde:

a= Bordes superiores de los orificios (m).

Cálculo:

At =	1,054	m2
a =	0,30	m
b =	3,51	m
Asumimos		
b =	**3,60**	**m**

8.8 Eficiencia de remoción.

- **Sólidos en suspensión**: La fosa séptica operada racionalmente, podrá obtener reducciones de sólidos en suspensión en torno de DBO de 35 a 61%. (Pacheco, Tratamiento de Esgotos Domesticos, 2007).
- **Demanda bioquímica de oxigeno**: La remoción de DBO de 35 a 61%. (Pacheco, Tratamiento de Esgotos Domesticos, 2007).

La eficiencia de remoción de DBO y CF en esta unidad se asume en un 70%.

En la Tabla 8.8 1 se presentan los valores antes y después de la remoción.

Tabla 8.8 1: Valores antes y después de la remoción.

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR afluente	VALOR efluente
Carga orgánica por habitante	**CO_h**	grDBO/(hab.día)	50,00	35,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	**DBO**	mg/L	150,00	105,00
Sólidos Suspendidos Totales	**SST**	mg/L	180,00	126,00
Coliformes Fecales	**CF**	cf/100ml	1,00E+07	7,00E+06

8.9 Pantanos artificiales o humedales.

8.9.1 Características básicas del sistema de tratamiento por humedales artificiales de flujo sub-superficial.

Los Humedales imitan a sistemas naturales, el agua fluye en el lecho y se filtra a través de la piedra y las plantas acuáticas, el lecho es poco profundo, permeable en el cual se establecen las plantas para desarrollarse.

Un sistema de tratamiento acuático se puede visualizar como un filtro percolador de tasa baja, de flujo horizontal con sedimentación propia, en el cual las plantas remplazan las piedras o el medio sintético como estructura de soporte del crecimiento bacterial.

Los Humedales Artificiales son sistemas de tratamiento naturales para efluentes que hayan pasado previamente por unidades de decantación primaria tales como una fosa séptica, y se constituyen de lagunas con profundidades entre 0,3 a 1,0 m, con tiempos de retención de 3 a 14 días, con cargas orgánicas de hasta 200 KgDBO/ha/ día, dentro de las cuales se puede sembrar una variedad de vegetación (en el caso del sector de Auquilula, se utilizarán plantas nativas como pasto alemán) que realice los procesos fotosintéticos y aglomere la vegetación complementaria tal como las algas que son productoras de oxígeno. Los Humedales Artificiales se han utilizado con éxito para efluentes domésticos.

En los Humedales de Flujo Sub-superficial el agua fluye por debajo de la superficie de un medio poroso, en este caso de grava, este medio está sembrado de plantas (pasto alemán). Los principales criterios de diseño para Humedales de Flujo Sub-superficial son los que se pueden observar en la Tabla 8.9.1 1.

Tabla 8.9.1 1: Criterios de diseño para humedales de flujo sub-superficial.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA HUMEDALES DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL		
PARÁMETROS A CONSIDERARSE	UNIDADES	VALOR
Tiempo de retención para remoción DBO	días	3 - 4 (DBO)
Carga hidráulica superficial	m3/ha/día	470 - 1870
Carga orgánica de DBO	kg/ha/día	<112
Carga de SSI	kg/ha/día	390
Profundidad de agua	m	0,30 a 0,60
Profundidad medio (grava gruesa y arena)	m	0,45 a 0,75
Relación longitud/ancho`	adim	2:1 a 4:1
Control de mosquitos	---------	no se requiere
DBO esperada del efluente	mg/lt	<20
SST esperado del efluente	mg/lt	<20
NT esperado del efluente	mg/lt	<10
PT esperado del efluente	mg/lt	<5

Fuente: (Rojas, 2002).

En los humedales el agua es tratada en base a la utilización de plantas acuáticas, en donde se multiplican, absorbiendo los nutrientes y/o contaminantes, favoreciendo la restauración de la calidad del agua, después de un tiempo de retención hidráulico.

8.9.2 Mecanismo de purificación.

a.- La oxidación de la materia orgánica la realizan las bacterias asociadas a la raíz de la planta. Esta oxidación se ve favorecida por el transporte de oxígeno de las hojas a la raíz.

b.- La remoción de nitrógeno se realiza por absorción de la planta y por una combinación de procesos microbianos de nitrificación- desnitrificación.

c.- La remoción de fosfatos y otros iones se lleva a cabo en gran parte por la absorción de la planta y en menor proporción por los microorganismos y mecanismos de precipitación.

La cosecha de las plantas en el humedal es necesaria, ya que la remoción de nutrientes es mayor cuando la planta está en crecimiento que cuando está madura y además para evitar que la biomasa muerta penetre en el agua y demande oxígeno para su degradación. Estas plantas pueden ser cosechadas por métodos manuales.

8.9.3 Diseño de humedal artificial de flujo sub-superficial.

8.9.3.1 Caudal de diseño.

$$Q = \frac{N * q}{86400}$$

Ecuación 8.8.3.1 1.

Donde:

Q= Caudal de diseño (lt/seg).

N= Numero de aportantes (hab).DO

q= Producción de agua residual por persona (lt/día).

Tabla 8.9.3.1 1: Datos usados para el diseño del humedal artificial.

DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Número de aportantes (total)	NT	hab.	974
Número de Humedales	NH	U	2
Número de aportantes	N	hab.	487
Dotación final periodo de diseño	Dot	L/hab/día	130,00
Aporte de aguas servidas	k	adim.	80%
Producción de agua residual por persona	q	L/día	104,00
Tiempo de retención	T	días	3,00
DBO del afluente	DBO	mg/L	105,00
Medio del humedal			grava media
Profundidad del medio	h_m	m	0,60
Profundidad del agua	h	m	0,50
Altura libre	h_s	m	0,50
Talud muro del humedal	i	x:1	2,00
Pendiente del lecho	j	%	1,00%
Ancho muro del humedal	a	m	1,00

Nota: Algunos valores están relacionados con la Tabla 8.8 1.

Cálculo:

Q =	487 x 104	
	86400	
Q =	0,586	lt/seg
Q =	**50,65**	**m^3/día**

8.9.3.2 Volumen del humedal artificial.

$$V = Q * T$$

Ecuación 8.8.3.2 1.

Donde:

V= Volumen del humedal (m^3).

Q= Caudal de diseño (lt/seg).

T= Tiempo de retención (días).

Cálculo:

V =	50,648 * 3	
V =	379,86	m^3

Área superficial del humedal para una profundidad de medio 0,75m y una profundidad del agua de 0,5m.

$$A = \frac{V}{H(agua)}$$

Ecuación 8.8.3.2 2.

Donde:

A= Área del humedal (m^2).

H(agua)= Profundidad del agua (m).

Cálculo:

A =	379,86	
	0,50	
A =	**759,72**	**m^2**
A =	**0,076**	**Ha**

8.9.3.3 Medio humedal.

Tabla 8.9.3.3 1: Características típicas del medio para humedales de flujo sub-superficiales.

MEDIO DEL HUMEDAL		
Tipo	Grava media	Unidad
Tamaño efectivo	32	mm
Porosidad	0,40	
Conductividad hidráulica	10.000	m/día

Fuente: (Rojas, 2002).

8.9.3.4 Área de la sección transversal del lecho.

$$At = \frac{Q}{K * (\frac{\Delta h}{\Delta L})}$$

Ecuación 8.8.3.4 1.

Donde:

At= Área total (m^2).

Q= Caudal (m^3/seg).

K= Conductividad del lecho completamente desarrollado (m/seg).

Δh/ΔL = Pendiente del lecho.

Cálculo:

At =	50,65	
	10000 * 0.1 * 0.01	
At =	5,06	m^2

8.9.3.5 Ancho y longitud del humedal.

$$a = \frac{At}{H(agua)}$$

Ecuación 8.8.3.5 1.

$$L = \frac{A}{a}$$

Ecuación 8.8.3.5 2.

Donde:

a= ancho del humedal (m).

L= longitud del humedal (m).

Cálculo:

a =	5,06	
	0,50	
a =	10,13	m
Ancho del humedal asumido		
a =	16,00	m
L =	759,72	
	16,00	
L =	47,48	m
Longitud asumida		
L =	48,00	m

Relación entre el ancho y longitud:

L/B=	2,97

8.9.3.6 Carga orgánica del humedal.

$$CO = \frac{DBO * Q}{A}$$

Ecuación 8.8.3.6 1.

Donde:

CO= Carga orgánica (kg DBO/Ha/día).

DBO= Demanda biológica de oxígeno del afluente (mg/l).

A= Área superficial del humedal (m^2).

Cálculo:

CO =	105 * 50,56	
	0.076 * 1000	
CO =	69.97	kg DBO/Ha/día

Nota: El valor de CO debe encontrarse en un rango menor a 112 mg/lt.

8.9.3.7 Carga hidráulica superficial.

$$CHS = \frac{Q}{A}$$

Ecuación 8.8.3.7 1.

CHS= Carga hidráulica superficial (m^3/Ha/día).

Cálculo:

CHS =	260,74	
	0,16	
CHS =	1.671,39	m^3/Ha/día

Nota: El valor de CHS debe encontrarse en un rango de 470 y 1870 m^3/Ha/día.

8.9.3.8 Dimensiones.

Tabla 8.9.3.8 1: Dimensiones del humedal.

ÁREA	ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD	ÁREA TOTAL	
m^2	**m**	**m**	**M**	**m^2**	**Ha**
1.564,42	26,00	60,00	0,50	1.560,00	0,16

En el Figura 8.9.3.8 1, podemos observar el diseño del humedal artificial de flujo sub-superficial.

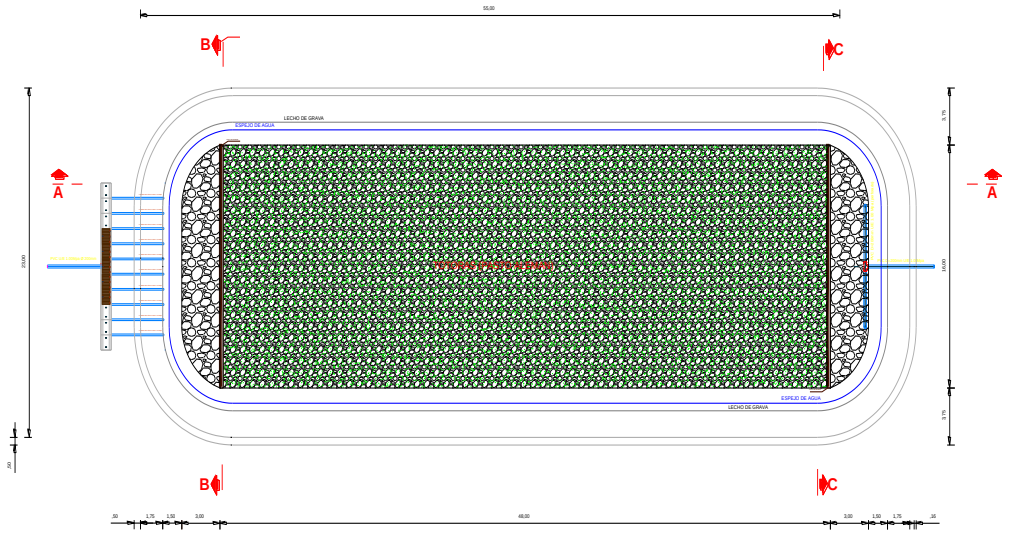

Figura 8.9.3.8 1: Diseño del humedal.
Nota: El diseño se podrá apreciar de mejor manera en el **ANEXO 3**.

Los Humedales Artificiales son una tecnología viable para la depuración de aguas residuales, especialmente si éstas son de origen urbano, y tienen una gran acogida en zonas tropicales, donde las condiciones económicas de estos proyectos (necesidades de terreno, relativamente menores costes de instalación, operación y mantenimiento), pueden ser determinantes a la hora de emprender o no la depuración de las aguas residuales, si a este punto adicionamos las condiciones climáticas que favorecerían los rendimientos, tendríamos una interesante posibilidad de solución.

8.10 Ventajas.

Los humedales artificiales son técnica y económicamente factibles para tratar aguas residuales por varias razones:

- Son menos costosos que otras opciones de tratamiento.
- Los gastos de operación y mantenimiento son bajos (energía y suministros).
- La operación y mantenimiento no requiere un trabajo permanente en la instalación.
- Los humedales soportan bien las variaciones de caudal.
- Facilitan el reciclaje y la reutilización del agua.
- Proporcionan un hábitat para muchos organismos.
- Pueden construirse en armonía con el paisaje.

- Proporcionan muchos beneficios adicionales a la mejora de la calidad del agua, como el ser un hábitat para la vida salvaje y un realce de las condiciones estéticas de los espacios abiertos.
- Son una aproximación sensible con el medio ambiente que cuenta con el favor del público.

8.11 Desventajas.

También existen limitaciones respecto al uso de humedales artificiales:

- Generalmente requieren mayores extensiones de terreno, comparado con los tratamientos convencionales. El tratamiento con humedales puede ser relativamente más barato que otras opciones, solo en el caso de tener terreno disponible y asequible.
- El rendimiento del sistema puede ser menos constante que el de un proceso convencional. El rendimiento del sistema puede ser estacional en respuesta a los cambios en las condiciones ambientales, incluyendo lluvias y sequías.
- Los componentes biológicos son sensibles a sustancias como el amoniaco y los pesticidas que llegan a ser tóxicos.
- Se requiere una mínima cantidad de agua para que sobrevivan, pero no soportan estar completamente secos.
- Además, el uso de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales es de reciente desarrollo y no existe aún un consenso sobre el diseño óptimo del sistema y no se cuenta con suficiente información sobre el rendimiento a largo plazo.

CAPÍTULO 9

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

9.1 Objetivo.

El objetivo de este manual es establecer procedimientos básicos de Operación y Mantenimiento de La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad de Auquilula, cuya ejecución contribuya al mejoramiento de la eficiencia, eficacia y sostenibilidad del servicio de recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales. Previniendo de esta manera, los riesgo de la salud pública e inconvenientes derivados de la interrupción del servicio.

9.2 Alcance.

Este manual está dirigido a promotores y técnicos responsables de las actividades de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.

9.3 Operación de los sistemas de depuración.

Conforme se indica en la memoria técnica y planos del proyecto, se prevé la implementación de un sistema de depuración, en las que no se pueda descargar el agua residual al Río Quingeo existente en el sector.

La Planta de tratamiento de las Aguas Residuales para la comunidad de Auquilula, consideran los procesos de decantación primaria en fosas sépticas de doble cámara y la aplicación de su efluente en los humedales artificiales de flujo sub-superficial, en la cual se promoverá el crecimiento de totora, planta existente en la zona.

La importancia de una prolija operación de los sistemas de depuración proyectados radica en lo siguiente:

- Si bien se trata de un sistema pequeño, el caudal de agua que depuran podría afectar sensiblemente la calidad sanitaria de los cuerpos receptores y constituir un riesgo sanitario para la población adyacente, en caso de obtenerse un nivel de tratamiento deficiente.

- Los sistemas de tratamiento biológico del agua residual son susceptibles de desmejorar rápidamente su eficiencia ante cualquier desviación de las condiciones apropiadas de funcionamiento. Es decir, requieren de un seguimiento y control prolijo y permanente.

Para las distintas unidades y procesos considerados en el sistema de depuración de la comunidad de Auquilula, se recomiendan las siguientes actividades para su adecuada operación, las cuales deben ser ejecutadas por la Municipalidad del cantón Cuenca u Organización.

9.3.1 Rejas al ingreso de las fosas sépticas

Estas unidades están previstas al ingreso de las fosas sépticas del sistema de depuración.

a) Objetivo:

- Evitar desbordes del agua residual en el canal de ingreso, por eventuales obturaciones excesivas de la rejilla.
- Permitir el flujo normal del agua residual hacia las unidades de depuración.

b) Descripción de actividades

- Rastrillado de la rejilla para remover el material sólido retenido.
- Colocación del material removido en una carretilla.
- Transporte del material removido, colocación en un pozo sanitario preparado para el efecto y cobertura con una pequeña capa de tierra de la excavación del pozo. Este foso puede construirse en un sitio adyacente, de las siguientes dimensiones aproximadas: 1 m2 de área superficial y 2m de profundidad (deberán construirse nuevos fosos cuando se colmaten los previos).

c) Recursos necesarios:

- Operador contratado.
- Herramientas menores: rastrillo, pala, carretilla.

d) Tiempo estimado: 30 minutos**.**

e) Frecuencia aproximada: Diaria.

9.3.2 Fosas sépticas.

a) Objetivo:

Asegurar su normal funcionamiento, evitando la acumulación excesiva de lodos y natas sobrenadantes.

b) Actividades:

- Escobillar la superficie del líquido con objeto de fracturar y rehidratar las natas sobrenadantes y propiciar su sedimentación. De esta manera, se posibilita la evacuación de los gases producto de la estabilización anaerobia de los sólidos sedimentados, evitando la acidificación de agua que afectaría negativamente a la actividad metano génica.

Esta actividad debe realizarse empleando un rastrillo, chorro de agua de manguera o de una pequeña motobomba que succione el agua de la misma fosa séptica.

- Extraer el lodo parcialmente estabilizado que se ubica al fondo de la unidad. Para esta actividad se requiere el apoyo de una bomba de succión. El lodo succionado debe depositarse en el Lecho de Secado.

En general, la extracción de lodo debe efectuarse cuando se tenga una acumulación de aproximadamente un 25% a 30% de la altura de agua en la fosa (medida con la ayuda de una vara cubierta con tela, en la cual se marca claramente el nivel del lodo). Deberá cuidarse de no extraer totalmente el lodo, sino dejar una altura de aproximadamente 10 a 15 cm que sirve como inóculo para que continúe el proceso de digestión anaerobia de los sólidos sedimentados.

c) Recursos necesarios:

- Usuarios / operador contratado.
- Cuadrilla de Operación y Mantenimiento.
- Bomba de succión.

d) Tiempo estimado:

- Escobillado de natas: una hora.
- Extracción parcial de lodos digeridos: 4 horas.

e) Frecuencia aproximada:

- Escobillado de natas superficiales: quincenal a mensual
- La frecuencia de extracción de lodos se la realizará cada tres o cinco años para las fosas sépticas del sistema de tratamiento.

9.3.3 Humedales de flujo sub-superficial.

a) Objetivo:

- Asegurar que las condiciones de flujo y tiempos de retención sean los previstos para alcanzar los niveles de depuración deseados.
- Mantener el control del crecimiento de las macrofitas (totora) cultivadas en los humedales.

b) Descripción de actividades:

- Básicamente consisten en mantener la configuración de los diques perimetrales, para asegurar su estabilidad.
- Cosechar la totora y otras especies de macrofitas que se reproduzcan cuando su densidad se incremente al punto de cubrir el lecho filtrante y el espejo de agua en un porcentaje del 50% del área superficial de la laguna.

Para efectuar la cosecha, deberá vaciarse temporalmente la laguna, efectuando un *by pass* temporal del efluente de la fosa séptica. La cosecha deberá efectuarse al menos

15 días después de la suspensión del flujo a la laguna; las personas que participan en ella deberán estar protegidas con botas apropiadas.

El producto de la cosecha puede ser manejado de algunas maneras:

- Ser evacuado hacia un relleno sanitario
- Colocado sobre el terreno y secado al ambiente por al menos tres semanas (para asegurar la inactivación de patógenos) y posteriormente utilizado.
- Sometido a un secado adicional para posteriormente ser incinerado

c) Recursos necesarios:

- Herramientas menores.

d) Tiempo estimado: una semana.

e) Frecuencia aproximada: Trimestral.

9.4 Puesta en marcha de las unidades de tratamiento biológico.

Las distintas unidades de tratamiento biológico, requieren que se tomen ciertas medidas específicas para conseguir un adecuado desarrollo inicial de la micro-fauna (especialmente bacterias y algas) responsables de la estabilización de la materia orgánica, de esta manera se minimizará el tiempo requerido para la "maduración" de los reactores y para que se alcancen las eficiencias previstas.

A continuación de indican las actividades a observarse para conseguir un adecuado arranque en el funcionamiento de dichas unidades:

9.4.1 Actividades para iniciar el funcionamiento de las fosas sépticas.

- Llenar las unidades con agua clara (puede ser agua de las quebradas).
- Aplicar al reactor ("sembrar") un inóculo de lodo biológico proveniente de otra unidad similar. En el presente caso, se recomienda aplicar lodo biológico extraído de otra fosa séptica.

La cantidad sugerida de lodo biológico a aplicar al reactor es de 10 a 20 Kg SSV por metro cúbico de la cámara de digestión.

- Permitir el normal ingreso de agua residual.

Aplicado el inóculo de lodo biológico, estas unidades trabajarán de manera estable desde su inicio, especialmente en su función principal de decantación de sólidos, la cual es independiente de su digestión anaerobia.

9.4.2 Actividades para iniciar el funcionamiento de los humedales artificiales

- Construido el terraplén y diques perimetrales de las lagunas, se procede a la siembra de totora (recomendada en el presente caso por ser vegetación apta para la zona). La totora puede trasplantarse de fuentes cercanas u obtenerse de forma comercial; el tamaño de los rizomas deber ser de 10 cm de largo y tener brotes en el extremo del corte.

Las densidades de siembra de totora debe ser cada 0,5 m; la raíz debe colocarse por debajo de la superficie del medio; luego, el lecho debe inundarse con agua hasta la superficie o rociarse con frecuencia. Para este efecto, puede ser suficiente el agua de lluvia o en su defecto requerirse la alimentación de agua clara obtenida de los ríos adyacentes (alimentación mediante un pequeño canal provisional sin revestimiento que derive el agua de los ríos); en cualquier caso, debe cuidarse que los brotes de las plantas no estén sumergidos

- Llenar paulatinamente la laguna conforme se dé el crecimiento de la totora. En este proceso podría alimentarse parcialmente agua clara y agua residual efluente del filtro anaerobio. Una vez que se alcance el nivel máximo de la laguna, se continuará aplicando solamente el agua residual decantada y la laguna iniciará su operación regular.

9.5 Control de la eficiencia de funcionamiento del sistema de tratamiento.

Como parte integrante del programa de operación, se tiene el control periódico de la eficiencia de sus unidades para verificar el buen funcionamiento del sistema y de ser el caso efectuar los ajustes que se requieran para corregir problemas que se presenten. Esta evaluación de la eficiencia de funcionamiento de las unidades se efectúa a base de ensayos de calidad del agua afluente y efluente de cada una de ellas, por lo que en esta sección se analizan los ensayos básicos a efectuarse.

Puesto que el objetivo principal del sistema de tratamiento es la reducción de los sólidos suspendidos (SST), carga orgánica (DBO) y microbiológica (CF), los ensayos a efectuarse se refieren básicamente a estos parámetros. En caso de detectarse bajas eficiencias en los procesos, los análisis deberán ampliarse a otros tales como: temperatura, pH, Alcalinidad, etc. para controlar que el medio sea favorable para la vida y desarrollo de los microorganismos encargados de la depuración del agua residual.

9.5.1 Frecuencia del control.

Se recomienda efectuar los referidos ensayos con periodicidad trimestral durante el primer año de funcionamiento del sistema. Posteriormente, conviene efectuar estos ensayos cada seis meses.

9.5.2 Responsable del control del funcionamiento del sistema.

Puesto que las actividades indicadas: muestreos, ensayos de laboratorio, procesamiento y análisis de la información, debe ser efectuada por profesionales, se recomienda que sea la Municipalidad u Organización la que tome a su cargo el control del funcionamiento del sistema de depuración.

9.6 Mantenimiento.

Se entiende como actividades de mantenimiento, aquellas que deben efectuarse para precautelar el buen funcionamiento y estado físico de las obras civiles, equipos y accesorios del sistema.

Para estas, no puede determinarse una frecuencia específica, sino que deberán ejecutarse a los primeros indicios de desmejoramiento del estado físico para el caso de

obras civiles, y de acuerdo a la periodicidad recomendada por los fabricantes de equipos y accesorios.

Las principales actividades a efectuarse son:

9.6.1 Mantenimiento al sistema de tratamiento.

Las principales actividades a efectuar son:

- Pintura anual de la parte visible de las obras civiles de las fosas sépticas y filtros biológicos.
- Reparaciones anuales al cerramiento (de alambre de púas) del sistema de tratamiento.
- Reparaciones menores de obras civiles (enlucidos y similares), según se determine la necesidad

9.7 Conclusiones.

Con el seguimiento prolijo y continuo de las presentes recomendaciones básicas para la operación y mantenimiento del sistema, se asegura su buen funcionamiento y duración durante todo el período de diseño.

Las experiencias propias que se obtengan del seguimiento y control inicial del sistema, permitirán ajustar estas recomendaciones para optimizar la operación y mantenimiento general.

CAPÍTULO 10

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

10.1 Ficha técnica ambiental.

FICHA AMBIENTAL

Entidad: Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. ETAPA

Expediente No. xxxxxxxxxxxx

Fecha de procesamiento: Abril del 2016.

1	**IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**	
1.1	NOMBRE DEL PROYECTO *Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales AUQUILULA*	
1.2	UBICACIÓN	
1.2.1	Provincia: Azuay	
1.2.2	Cantón: Cuenca	
1.2.3	Parroquia: Santa Ana	
1.2.4	Comunidad: Sector AUQUILULA	
1.3	TIPO DE PROMOTOR	
1.3.1	Ministerio:	
1.3.2	Gobierno Municipal: Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP.	
1.3.3	Gobierno Provincial:	
1.3.4	Privado:	
1.3.5	Dirección: Edificio diario El TIEMPO Hermano Miguel y Gran Colombia / Sucre y Benigno Malo esquina	
1.36	Teléfono: 2831900	
1.3.7	e-mail: jlarriva@etapa.net.ec. / www.etapa.net.ec.	
1.4	REPRESENTANTE LEGAL: Doctor Oswaldo Tamariz	
2	**10.1.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO**	**10.1.2 (X)**
2.1	TIPO DE PROYECTO	
2.1.1	Agua potable	
2.1.2	Alcantarillado sanitario	X

2.1.3	Alcantarillado pluvial	
2.1.4	Alcantarillado combinado	
2.1.5	Residuos sólidos	
2.2	NIVEL DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS	
2.2.1	Pre factibilidad	X
2.2.2	Factibilidad	
2.2.3	Definitivos	
2.3	CATEGORÍA DEL PROYECTO	
2.3.1	Construcción	X
2.3.2	Ampliación	
2.4	DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO	
El área de proyecto se encuentra ubicada al Oeste del Cantón Cuenca, con un área aproximada de servicio de 122.88 Ha., emplazado en la Parroquia de Santa Ana. Este se encuentra en la vía Cuenca-Valle-Sigsig, a la altura del Centro de la Parroquia Santa.		
3	**10.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA**	
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO	
3.1.1	REGIÓN GEOGRÁFICA	
3.1.1.1	Costa	
3.1.2.2	Sierra	X
3.1.3	Oriente	
3.1.4	Galápagos	
3.2	COORDENADAS	
3.2.1	Geográficas	
3.2.2	UTM E 729597.87, N 9674938.2 (Pozo de Cabeza)	
3.2.3	Superficie del área de influencia: El área de cobertura del proyecto es de aproximadamente 116.32 Ha.	
3.3	ALTITUD	
3.3.1	A nivel del mar	
3.3.2	1 - 500 msnm	
3.3.3	501 – 2.300 msnm	
3.3.4	2.301 – 3.000 msnm	X
3.3.5	3.001 – 4.000 msnm	
3.3.6	Sobre los 4.000 msnm	
3.4	CLIMA	

3.4.1	Cálido-seco (0 - 500 msnm)	
3.4.2	Cálido-húmedo (0 - 500 msnm)	
3.4.3	Subtropical (500 - 2.300 msnm)	
3.4.4	Templado (2.300 - 3.000 msnm)	X
3.4.5	Frío (3.000 - 4.500 msnm)	
3.5.6	Glacial (Menor a 0 °C en altitud (> 4.500 msnm)	
4	**GEOLOGÍA, MORFOLOGÍA Y SUELO**	
4.1	OCUPACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	
4.1.1	Asentamientos humanos	X
4.1.2	Áreas agrícolas o ganaderas	X
4.1.3	Áreas ecológicas protegidas	
4.1.4	Bosques naturales o artificiales	X
4.1.5	Fuentes hidrológicas y cauces naturales	
4.1.6	Manglares	
4.1.7	Zonas arqueológicas	
4.1.8	Zonas con riqueza hidrocarburífera	
4.1.9	Zonas con riquezas minerales	
4.1.10	Zonas de potencial turístico	
4.1.11	Zonas de valor histórico, cultural o religioso	
4.1.12	Zonas escénicas únicas	
4.1.13	Zonas inestables con riesgo sísmico	
4.1.14	Zonas reservadas por seguridad nacional	
4.1.15	Otros, especificar:	
4.2	PENDIENTE DEL SUELO	
4.2.1	Llano. El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%	
4.2.2	Ondulado. El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves, entre 30% y 100%.	X
4.2.3	Montañoso. El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.	
4.3	TIPO DE SUELO	
4.3.1	Arcilloso	
4.3.2	Arenoso	
4.3.3	Semi-duro	X
4.3.4	Rocoso	
4.3.5	Saturado	
4.4	CALIDAD DEL SUELO	
4.4.1	Fértil	X
4.4	Semi-fértil	

4.4	Erosionado	
4.4	Otro, especificar	
4.4	Saturado	
4.5	PERMEABILIDAD DEL SUELO	
4.5.1	Alta. El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.	X
4.5.2	Media. El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.	
4.5.3	Baja. El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.	
4.6	CONDICIONES DE DRENAJE	
4.6.1	Muy buenas. No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias.	
4.6.2	Buenas. Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones.	X
4.6.3	Malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve.	
5	**HIDROLOGÍA**	
5.1	FUENTES	
5.1.1	Agua superficial	X
5.1.2	Agua subterránea	
5.1.3	Agua de mar	
5.1.4	Ninguna	
5.2	NIVEL FREÁTICO	
5.2.1	Alto (superficial)	
5.2.2	Profundo (bajo)	X
5.3	NIVEL DE PRECIPITACIONES	
5.3.1	Alto: Lluvias fuertes y constantes	
5.3.2	Medio: Lluvias en época invernal o esporádicas	X
5.3.3	Bajo: Casi no llueve en la zona	
6	**AIRE Y RUIDO**	
6.1	CALIDAD DEL AIRE	
6.1.1	Pura: No existen fuentes contaminantes que lo alteren	
6.1.2	Buena: El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.	X
6.1.3	Mala. El aire ha sido contaminado. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.	
6.2	RECIRCULACIÓN DE AIRE	
6.2.1	Muy Buena: Brisas ligeras y constantes. Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire	X
6.2.2	Buena: Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.	
6.2.3	Mala	
6.3	RUIDO	

6.3.1	Bajo: No existen molestias y la zona transmite calma.	
6.3.2	Tolerable: Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.	X
6.3.3	Ruidoso: Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.	
7	**CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO**	
7.1	ECOSISTEMA	
7.1.1	Páramo	
7.1.2	Bosque pluvial	
7.1.3	Bosque nublado	
7.1.4	Bosque seco-tropical	
7.1.5	Marino	
7.1.6	Lacustre	
7.1.7	Otro, especificar:	
7.2	FLORA	
7.2.1	TIPO DE COBERTURA VEGETAL	
7.2.1.1	Bosque	
7.2.1.2	Arbusto	
7.2.1.3	Pasto	X
07.2.1.4	Cultivo	X
7.2.1.5	Matorrales	
7.2.1.6	Sin vegetación	
7.2.2	IMPORTANCIA DE LA COBERTURA VEGETAL	
7.2.2.1	Común del sector	
7.2.2.2	Rara o endémica	
7.2.2.3	Protegida	
7.2.2.4	Intervenida	X
7.2.2.5	En peligro de extinción	
7.3	FAUNA SILVESTRE	
7.3.1	TIPOLOGÍA	
7.3.1.1	Micro fauna	X
7.3.1.2	Insectos	
7.3.1.3	Anfibios	
7.3.1.4	Peces	
7.3.1.5	Reptiles	
7.3.1.6	Aves	X
7.3.1.7	Mamíferos	
7.3.2	IMPORTANCIA	
7.3.2.1	Común	
7.3.2.2	Rara o única	

7.3.2.3	Frágil	X
7.3.2.4	En peligro de extinción	
8	**CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIO-CULTURAL**	
8.1	DEMOGRAFÍA	
8.1.1	NIVEL DE CONSOLIDACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	
8.1.1.1	Urbana	
8.1.1.2	Periférica	
8.1.1.3	Rural	X
8.2	TAMAÑO DE LA POBLACIÓN	
8.2.1	0-1000 habitantes	
8.2.2	1001-10000 habitantes	X
8.2.3	10001-100000 habitantes	
8.2.4	Más de 100000 habitantes	
8.3	CARACTERÍSTICAS ÉTNICAS DE LA POBLACIÓN	
8.3.1	Mestizos	X
8.3.2	Indígena	
8.3.3	Negros	
8.3.4	Otro, especificar	
9	**INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE**	
9.1	ABASTECIMIENTO DE AGUA	
9.1.1	Agua potable	X
9.1.2	Conexión domiciliaria	X
9.1.3	Agua lluvia	
9.1.4	Grifo público	
9.1.5	Servicio permanente	X
9.1.6	Racionado	
9.1.7	Tanquero	
9.1.8	Acarreo manual	
9.1.9	Ninguno	
9.2	EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	
9.2.1	Alcantarillado sanitario	
9.2.2	Alcantarillado Combinado	
9.3	DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	
9.3.1	Fosas sépticas	X
9.3.2	Letrinas	X
9.3.3	Tratamiento físico	
9.3.4	Tratamiento biológico	
9.3.5	Descarga directa	X
9.3.6	Ninguno	
9.4	EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	
9.3.1	Alcantarillado pluvial	
9.3.2	Alcantarillado Combinado	
9.3.3	Drenaje superficial	X
9.3.4	Ninguna	

9.5	RESIDUOS SÓLIDOS	
9.5.1	Barrido	
9.5.2	Recolección	X
9.6	DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS	
9.6.1	Botadero a cielo abierto	
9.6.2	Relleno sanitario	X
9.6.3	Tratamiento biológico	
9.6.4	Reciclaje	
9.6.5	Otro, especificar:	
9.5	ELECTRIFICACIÓN	
9.5.1	Red de energía eléctrica	X
9.5.2	Plantas eléctricas	
9.5.3	Ninguno	
9.6	TRANSPORTE PUBLICO	
9.6.1	Servicio urbano	X
9.6.2	Servicio intercantonal	X
9.6.3	Rancheras	
9.6.4	Canoa	
9.6.5	Otro, especificar:	
9.7	VIALIDAD Y ACCESOS	
9.7.1	Vías principales	
9.7.2	Vías secundarias	X
9.7.3	Caminos vecinales	X
9.7.4	Vías urbanas	
9.7.5	Otro, especificar:	
9.8	TELEFONÍA	
9.8.1	Red domiciliaria	X
9.8.2	Cabina pública	
9.8.3	Ninguno	
10	**ACTIVIDADES SOCIO-ECONÓMICAS**	
10.1	APROVECHAMIENTO Y USO DE LA TIERRA	
10.1.1	Residencial	X
10.1.2	Comercial	
10.1.3	Recreacional	
10.1.4	Productivo	X
10.1.5	Baldío	
10.1.6	Otro. Especificar	
10.2	TENENCIA DE LA TIERRA	
10.2.1	Terrenos privados	X
10.2.2	Terrenos comunales	
10.2.3	Terrenos municipales	
10.2.4	Terrenos estatales	
10.3	ORGANIZACIÓN SOCIAL	
10.3.1	Primer grado. Comunal, barrial	X
10.3.2	Segundo grado. Pre-cooperativas, cooperativas	
10.3.3	Tercer grado. Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones	
10.3.4	Otro, especificar	
11	**CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO PERCEPTUAL**	

11.1	PAISAJE Y TURISMO	
11.1.1	Zona con valor paisajístico	
11.1.2	Atractivo turístico	
11.1.3	Recreacional	X
11.1.4	Otro, especificar:	
12	**RIESGOS NATURALES E INDUCIDOS**	
12.1	PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS	
12.1.1	Inminente: La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia	
12.1.2	Latente: La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.	
12.1.3	Nulo: La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.	X
12.2	PELIGRO DE INUNDACIONES	
12.2.1	Inminente: La zona se inunda con frecuencia	
12.2.2	Latente: La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.	
12.2.3	Nulo La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.	X
12.3	PELIGRO DE TERREMOTOS	
12.3.1	Inminente: La tierra tiembla frecuentemente	
12.3.2	Latente: La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).	
12.3.3	Nulo: La tierra, prácticamente, no tiembla	X

13	**10.1.1.1 CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO**
13.1	**10.1.1.2** Tipo de proyecto: *Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales AUQUILULA*
13.2	**10.1.1.3** Población servida: Alcantarillado sanitario 474 habitantes y Planta de Tratamiento 974 habitantes
13.3	**10.1.1.4** Situación actual. El área del proyecto tiene una cobertura del servicio de alcantarillado del 0%, en un sector con densidades poblacionales media, la tubería es de HS. Con diámetro de D=300.
13.4	**10.1.1.5 Tipo de Tratamiento** El área del presente proyecto forma parte de un proyecto integral de saneamiento del sector de Auquilula, por lo cual está incluida los aportes de las dos plantas de tratamiento existentes que se encuentra actualmente en funcionamiento y para luego de su tratamiento ser descargadas al cauce del Río Quingeo.

14	**10.1.1.6 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE QUE EL PROYECTO NO PRODUCIRÁ IMPACTOS O RIESGOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS**
14.1	**10.1.1.7** Evaluación ambiental preliminar **(LISTA DE CHEQUEO)**
14.2	**10.1.1.8** Requerimiento de estudios de impacto ambiental El componente ambiental de los estudios tiene como objeto asegurar que se cumplan los objetivos ambientales que demandan causar el menor deterioro posible de los recursos, no reducir la productividad de los sistemas naturales y no imponer gastos indeseados en otras actividades de desarrollo. De acuerdo con los riesgos ambientales asociado al proyecto de saneamiento, el presente se encuentra en la primera categoría que corresponde a la presentación de ficha ambiental y lista de chequeo.

15	**10.1.1.9 ANÁLISIS INSTITUCIONAL SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**
15.1	**10.1.1.10** Área de influencia o jurisdicción territorial **Cantón Cuenca., Parroquia Santa Ana, Sector: Auquilula**
5.2	**10.1.1.11** Marco legal e institucional **10.1.1.12** Constitución Política de la República del Ecuador Ley Orgánica de Régimen Provincial Ley Orgánica de Régimen Municipal Ley Orgánica de la Juntas Parroquiales Rurales Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado Código de la Salud Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social Ley de Aguas Ley de Gestión Ambiental Ordenanzas • Ordenanza que actualiza y complementa el Plan de Ordenamiento Urbano de la ciudad de Cuenca; promulgada en el Registro Oficial No. 244 del 30 de julio de 1993 • Ordenanza de creación y funcionamiento de la Comisión de Gestión Ambiental; publicada el 23 de junio de 1997. • Ordenanza que regula los modelos de Gestión de Agua Potable y Saneamiento Ambiental en el Cantón Cuenca; Publicada El 2 De Marzo De 1998. • Ordenanza reformatoria de la ordenanza de saneamiento Ambiental y Control Sanitario del Cantón Cuenca; publicada el 6 de noviembre de 1997. • Ordenanza para controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos; publicada el 24 de marzo de 1998. • Reforma y codificación de la Ordenanza de creación y Funcionamiento de la Comisión de Gestión Ambiental. CGA; publicada el 20 de enero del 2000. • Reforma de la letra b) del Art. 3 de la reforma y Codificación de la Ordenanza de creación y funcionamiento de la Comisión de Gestión Ambiental CGA; publicada el 31 de marzo del 2000.

	10.1.1.13

15	**10.1.1.14 ANÁLISIS INSTITUCIONAL SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**
…5.2	• Ordenanza de apoyo Municipal a las Juntas Parroquiales Rurales del Cantón Cuenca; publicada el 25 de abril del 2001. • Ordenanza que Regula la Participación Comunitaria en la Planificación, Construcción Ampliación, Operación y Mantenimiento y Administración de los Sistemas de Agua y Saneamiento del Cantón Cuenca; Publicada El 25 de noviembre de 2002. • Reforma, Actualización, Complementación y Codificación de la Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano; publicada en el Registro Oficial No.084, del 19 de mayo de 2003. **10.1.1.15**
15.3	**10.1.1.16** Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable • Comisión de Gestión Ambiental CGA • Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP.

Responsable de la elaboración: Kléver Gía Cornejo, Darwin Niola Guiracocha

Cargo: Estudio y Proyecto (Tesis)

Fecha: 20 de Abril de 2016

Firma: ---------- ----------

CAPÍTULO 11

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

11.1 Presupuesto del sistema de alcantarillado.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

Cód..	***No.***	***Rubro / Descripción***	***Unidad***	***Cantidad***	***Precio unitario***	***Precio global***
		OBRAS PRELIMINARES				
1.001	522035	Replanteo mayor a 1.0 km	km	10,39	469,02	4.873,12
1.002	580005	Nivelación de 500 1000 m	m	10.392,00	0,24	2.494,08
		EXCAVACIÓN A MANO				
2.001	502002	Excavación a mano en suelo sin clasificar, profundidad entre 0 a 2 m	m3	257,08	10,63	2.732,76
2.002	502003	Excavación a mano en suelo sin clasificar, profundidad entre 2 a 4 m	m3	189,73	12,60	2.390,60
2.003	502004	Excavación a mano en suelo sin clasificar, profundidad entre 4 a 6 m	m3	43,06	14,72	633,84
2.004	502007	Excavación a mano en terreno conglomerado, profundidad entre 0 a 2 m	m3	171,38	13,14	2.251,93
2.005	502008	Excavación a mano en terreno conglomerado, profundidad entre 2 a 4 m	m3	126,48	18,88	2.387,94
2.006	502009	Excavación a mano en terreno conglomerado, profundidad entre 4 a 6 m	m3	28,78	22,82	656,76
		EXCAVACIÓN MECÁNICA				
3.001	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, profundidad entre 0 a 2m	m3	1.460,58	2,82	4.118,84
3.002	503016	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, profundidad entre 2 a 4m	m3	3.971,24	2,98	11.834,30
3.003	503004	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, profundidad entre 4 a 6m	m3	3.010,03	3,17	9.541,80
3.004	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado, profundidad entre 0 a 2m	m3	1.947,44	3,86	7.517,12
3.005	503014	Excavación mecánica en suelo conglomerado, profundidad entre 2 a 4m	m3	5.294,99	4,58	24.251,05
3.006	503006	Excavación mecánica en suelo conglomerado, profundidad entre 4 a 6m	m3	4.013,38	5,62	22.555,20
3.007	503010	Excavación en roca a máquina, profundidad entre 0 a 2 m	m3	730,29	23,13	16.891,61
3.008	503011	Excavación en roca a máquina, profundidad entre 2 a 4 m	m3	1.985,62	12,43	24.681,26
3.009	503013	Excavación en roca a máquina, profundidad de 4 a 6 m	m3	1.505,02	24,67	37.128,84
3.01	503003	Excavación a máquina material consolidado, profundidad entre 0 a 2 m	m3	730,29	13,63	9.953,85
3.011	503015	Excavación a máquina material consolidado, profundidad entre 2 a 4 m	m3	1.985,62	15,43	30.638,12
3.012	503008	Excavación a máquina material consolidado, profundidad entre 4 a 6 m	m3	1.505,02	17,23	25.931,49
		NIVEL FREÁTICO				
4.001	522001	Abatimiento del nivel freático	hora	1.039,00	6,21	6.452,19
		ENTIBADO				

5.001	523001	Entibado continuo	m2	1.084,96	11,01	11.945,41
5.002	523002	Entibado discontinuo	m2	4.750,72	7,02	33.350,05
		RELLENO				
6.001	514004	Relleno compactado	m3	28.826,04	4,09	117.898,50
6.002	514001	Tapado de zanjas con Maquina	m3	3.391,54	1,73	5.867,36
6.003	540121	Tapado manual de zanjas	m3	1.695,68	4,06	6.884,46
6.004	535200	Material de reposición (Incluye esponjamiento)	m3	12.793,92	12,01	153.654,98
		POZOS DE REVISIÓN				
7.001	534007	Pozo de revisión de h=0 a 1.5 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	5,00	281,32	1.406,60
7.002	534006	Pozo de revisión de h=0 a 2.0 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	170,00	322,72	54.862,40
7.003	534001	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	93,00	379,40	35.284,20
7.004	534002	Pozo de revisión de h=0 a 3.0 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	42,00	432,61	18.169,62
7.005	534003	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	13,00	491,02	6.383,26
7.006	534004	Pozo de revisión de h=0 a 4.0 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	10,00	556,60	5.566,00
7.007	534005	Pozo de revisión de h=0 a 4.5 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	1,00	630,62	630,62
7.008	534008	Pozo de revisión de h=0 a 5.0 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	3,00	714,96	2.144,88
7.009	534009	Pozo de revisión de h=0 a 5.5 m, Tapa y Brocal Tipo A	u	7,00	821,71	5.751,97
7.01	534010	Pozo de revisión de h=0 a 6.0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	11,00	1.050,55	11.556,05
7.011	506003	Hormigón simple de 210 kg/cm2	m3	35,50	136,35	4.840,43
		CARGO Y TRANSPORTE DE MATERIAL (DESALOJO)				
8.001	513001	Carga de material a mano	m3	2.993,45	7,02	21.014,02
8.002	513003	Carga de material a maquina	m3	11.973,78	1,15	13.769,85
8.003	513002	Transporte de material hasta 5 km	m3	14.967,23	1,66	24.845,60
8.004	513004	Transporte de material más de 5 km	m3-km	1.496,72	0,28	419,08
		CATASTRO				
9.001	580040	Catastro de Alcantarillado	km	10,39	218,04	2.265,44
		MATERIALES				
10.01	535003	Sum, tubo de hormigón D=300 mm, Clase 1	m	10.392,00	9,66	100.386,72
		INSTALACIÓN DE TUBOS DE HS (Hormigón Simple)				
11.01	512003	Inés. Tubos de hormigón D=300 mm, Tubería Prefabricada	m	10.392,00	3,07	31.903,44
		ESTRUCTURA METÁLICA PARA PASO DE TUBERÍA				
12.01	540419	Viga metálica para paso de alcantarillado	m	90,00	139,74	12.576,60
					TOTAL:	**933.294,24**

SON : NOVECIENTOS TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO, 24/100 DÓLARES

11.2 Presupuesto del sistema de tratamiento.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

Cód..	***No.***	***Rubro / Descripción***	***Unidad***	***Cantidad***	***Precio unitario***	***Precio global***
1		**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**				
1.001	520002	Desbroce y limpieza	m2	4.945,00	1,42	7.021,90
1.002	522030	Replanteo y nivelación de áreas	m2	4.945,00	1,42	7.021,90
1.003	522001	Abatimiento del nivel freático	Hora	150,41	6,22	935,55
2		**FOSA SÉPTICA DE DOBLE CÁMARA (1 UNIDAD)**				
		MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.001	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	115,39	2,82	325,40
2.002	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	115,39	3,86	445,41
2.003	503016	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	28,90	2,98	86,12
2.004	503014	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	28,90	4,57	132,07
2.005	514004	Relleno compactado	m3	86,54	4,09	353,95
2.006	535200	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	34,61	12,01	415,67
2.007	513001	Cargada de material a mano	m3	50,48	7,02	354,37
2.008	513003	Cargada de Material a maquina	m3	151,45	1,15	174,17
2.009	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	295,70	1,66	490,86
3		**ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO**				
3.001	508002	Replantillo de Piedra, e=20 cm	m2	74,21	8,75	649,34
3.002	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	5,19	112,57	584,24
3.003	501003	Encofrado Recto	m2	306,76	12,11	3.714,86
3.004	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	2.959,20	2,08	6.155,14
3.005	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	47,66	145,00	6.910,70
3.006	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica	m2	138,62	3,59	497,65
3.007	506024	Revestimiento epóxico	m2.	159,47	23,63	3.768,28
4		**TUBERÍA Y ACCESORIOS**				
4.001	540068	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 200 mm	m	26,75	20,32	543,56
4.002	509005	Colocación Tubería PVC U/E D=200 mm	m	26,75	0,88	23,54
4.003	540032	Sum,-Ins, Válvula HF D=200 mm	u	2,00	555,05	1.110,10
4.004	540071	Sum,-Ins, Unión reparación PVC U/E D=200 mm	u	2,00	71,75	143,50
4.005	540070	Sum,-Ins, Tee PVC U/E D=200 mm	u	2,00	175,46	350,92

4.006	540069	Sum,-Ins, Codo PVC U/E R/L D=200 mm 90 grado,	u	4,00	128,06	512,24
4.007	540065	Sum,-Ins, Rejilla Hierro (Seg. Especificación)	m2	0,56	152,50	85,40
4.008	540005	Sum,-Ins, Tapa metálica	m2	2,24	143,52	321,48
5		**AIREADORES**				
5.001	540176	Sum,-Ins, Tubería PVC Desagüe D=110 mm	m	2,67	5,10	13,62
5.002	540277	Sum,-Ins, Codo PVC Desagüe D=110 mm 90 grado,	u	4,00	4,87	19,48
5.003	535135	Sum, Tee PVC Desagüe D=110 mm	u	2,00	4,08	8,16
6		**HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (2 UNIDADES)**				
		MOVIMIENTO DE TIERRAS				
6.001	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	2.236,96	2,82	6.308,23
6.002	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	2.236,96	3,86	8.634,67
6.003	503016	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	559,23	2,98	1.666,51
6.004	503014	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	559,23	4,57	2.555,68
6.005	514004	Relleno compactado	m3	1.677,72	4,09	6.861,87
6.006	535200	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	418,07	12,01	5.021,02
6.007	513001	Cargada de material a mano	m3	519,29	7,02	3.645,42
6.008	513003	Cargada de Material a maquina	m3	1.557,88	1,15	1.791,56
6.009	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	888,32	1,66	1.474,61
7		**GEOMEMBRANA Y GRAVA Y PLANTAS**				
7.001	540430	Sum,-Ins, Geomembrana 500 micras	m2	2.716,16	5,22	14.178,36
7.002	540276	Sum, y colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	522,24	26,02	13.588,68
7.003	550007	Sum-Siembra de totora	u	1.209,17	0,52	628,77
8		**TUBERÍA Y ACCESORIOS**				
8.001	540068	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 200 mm	m	100,00	20,32	2.032,00
8.002	509005	Colocación Tubería PVC U/E D=200 mm	m	100,00	0,88	88,00
8.003	535709	Sum, Codo PVC U/E R/L D=200 mm 22.5 grado,	u	4,00	78,62	314,48
8.004	535708	Sum, Codo PVC U/E R/L D=200 mm 45 grado,	u	4,00	114,60	458,40
8.005	535601	Sum, Codo PVC U/E R/L D=200 mm 90 grado,	u	4,00	114,60	458,40
8.006	540070	Sum,-Ins, Tee PVC U/E D=200 mm	u	4,00	175,46	701,84
8.007	535813	Sum, Tapón PVC U/E D=200 mm	u	4,00	118,16	472,64
8.008	540071	Sum,-Ins, Unión reparación PVC U/E D=200 mm	u	16,00	71,75	1.148,00
9		**CANAL DE INGRESO AL HUMEDAL**				
9.001	508002	Replantillo de Piedra, e=20 cm	m2	29,28	8,75	256,20
9.002	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	2,04	112,57	229,64
9.003	501003	Encofrado Recto	m2	230,76	12,11	2.794,50

9.004	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	1.981,80	2,08	4.122,14
9.005	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	19,88	145,00	2.882,60
9.006	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica	m2	47,40	3,59	170,17
9.007	540065	Sum,-Ins, Rejilla Hierro (Seg. Especificación)	m2	4,80	152,50	732,00
9.008	535068	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 110 mm	m	140,00	6,60	924,00
9.009	509003	Colocación Tubería PVC U/E D=110 mm	m	140,00	0,56	78,40
10		**CAJÓN DE SALIDA DEL HUMEDAL**				
10.01	508002	Replantillo de Piedra, e=20 cm	m2	1,50	8,75	13,13
10.02	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0,12	112,57	13,51
10.03	501003	Encofrado Recto	m2	13,50	12,11	163,49
10.04	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	16,00	2,08	33,28
10.05	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	2,70	145,00	391,50
10.06	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica	m2	13,10	3,59	47,03
10.07	540068	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 200 mm	m	50,00	20,32	1.016,00
10.08	509005	Colocación Tubería PVC U/E D=200 mm	m	50,00	0,88	44,00
11		**CERRAMIENTO DE MALLA**				
11.01	502002	Excavación a máquina en suelo conglomerado de 0 y 2 m de profundidad	m3	5,76	3,86	22,23
11.02	506001	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra	m3	9,36	112,70	1.054,87
11.03	501003	Encofrado Recto	m2	11,08	12,11	134,18
11.04	505002	Mampostería de piedra con mortero 1:3	m3		95,05	
11.05	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	25,00	2,08	52,00
11.06	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	2,00	136,36	272,72
11.07	540008	Sum,Ins, malla de cerram, 50/12 h=1.5, con tubo poste 2"	m	304,22	30,23	9.196,57
11.08	540124	Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2	2,00	48,11	96,22
11.09	520001	Colocación y suministro de Alambre de púas	m	912,00	0,74	674,88
					TOTAL:	**140.613,98**

SON : CIENTO CUARENTA MIL SEISCIENTOS TRECE, 98/100 DÓLARES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se ha diseñado el sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), mediante los criterios técnicos de la E.P. ETAPA de la ciudad de Cuenca y las Normas del Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias (Norma CO 10.7-602), TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental) y la INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización).

- La selección de la tecnología de depuración de aguas residuales apropiada para el sector de Auquilula, parroquia Santa Ana ha sido optada en función de parámetros ambientales, características propias de la zona y agua residual, obteniendo como resultado un humedal artificial de flujo sub-superficial. Por lo tanto se garantiza la sostenibilidad y eficiencia en la depuración de las aguas residuales domésticas, por sus bajos costos de construcción, operación y mantenimiento.

- Se elaboró un documento detallado del presupuesto referencial independiente para el sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales los mismos que servirán para conseguir el financiamiento para la ejecución del proyecto. **Anexo 4**

Recomendaciones:

- En la ejecución del proyecto se debe tomar en consideración las normativas y criterios técnicos utilizados en el diseño para el sistema de alcantarillado sanitario y para la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Es importante que exista una debida operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para que no presente inconvenientes durante su vida útil.

- Si existiera un crecimiento en la población de la comunidad de Auquilula, no habría problema ya que el sistema de tratamiento está previsto para 20 años. Si después del período de diseño establecido de esta tesis la población llegara a crecer en gran proporción se debería pensar en realizar nuevos estudios.

BIBLIOGRAFÍA

Civil, C. B. (1990). *Asociación Brasileña de Normas Técnicas, NB- 41/81*. Brasil.

Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, CO 10.7 - 602. (2010).

Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias, Norma CO 10.7 - 601. (2010).

EX-Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). (1965).

GAD de Santa Ana. (2015). MODELO DE GESTION DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SANTA ANA. *Santa Ana G.A.D. PARROQUIAL*.

INEC. (2010). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. *Población Y Demografía*.

INEN. (1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOCISIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. *CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN*.

INERHI-CREA. (1980). Ley de Creación del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos. 13-20.

MIDUVI. (2010). CÓDIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS. NORMA TECNICA CO 10.7 - 602. *SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*.

Pacheco, E. A. (2007). *Tratamiento de Esgostos Domesticos.* Brasil.

RAS. (2000). REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. *Defienición del nivel de complejidad y evaluación de la población, dotacion y la demanda de agua*, 14-15.

Rojas, J. R. (2002). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Teoria y principios de diseño.* Colombia.

Secretaia del Agua - Demarcación Hidrográfica Santiago. (2014). LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APOVECHAMIENTOS DEL AGUA. 34.

Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), L. V.-A. (2003). *Normas de calidad ambiental y descarga de efluentes.*