



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA: “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
PLUVIAL Y SANITARIO CON TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
SERVIDAS PARA LA PARROQUIA SAN PEDRO DE SUMA DEL
CANTÓN EL CARMEN - MANABÍ”

AUTOR:

TUZA BASURTO, ALEX RAMIRO

DIRECTOR: ING. SANDOVAL E., WASHINGTON, Ph.D

SANGOLQUÍ – ECUADOR

AÑO 2017



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

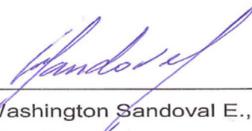
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO CON TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS PARA LA PARROQUIA SAN PEDRO DE SUMA DEL CANTÓN EL CARMEN - MANABÍ"*** realizado por el señor **ALEX RAMIRO TUZA BASURTO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **ALEX RAMIRO TUZA BASURTO** para que lo sustente públicamente.

Sangolqui, 03 de Marzo de 2017


Ing. Washington Sandoval E., Ph.D
DIRECTOR



Urkund Analysis Result

Analysed Document: T-ESPE - ALEX TUZA.docx (D26183483)
Submitted: 2017-03-06 06:23:00
Submitted By: proyectocivilesramiro@gmail.com
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Alcantarillado.docx (D17511665)
FREDDY GIA.docx (D12669395)
TESIS JOSE PINARGOTE QUIÑONEZ URKUND.pdf (D11315695)

Instances where selected sources appear:

7





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ALEX RAMIRO TUZA BASURTO**, con cédula de identidad N° 0502855091, declaro que este trabajo de titulación “**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO CON TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS PARA LA PARROQUIA SAN PEDRO DE SUMA DEL CANTÓN EL CARMEN - MANABÍ**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolqui, 03 de Marzo de 2017

Alex Ramiro Tuza Basurto

C.C. 0502855091



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **ALEX RAMIRO TUZA BASURTO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación “**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO CON TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS PARA LA PARROQUIA SAN PEDRO DE SUMA DEL CANTÓN EL CARMEN - MANABÍ**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolqui, 03 de Marzo de 2017

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Alex Ramiro Tuza Basurto', is written over a horizontal line.

Alex Ramiro Tuza Basurto

C.C. 0502855091

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mi Padre Celestial "Dios", a mi Familia (Mi hijo, Mi Esposa) y a mis Padres en Especial.

Alex

AGRADECIMIENTO

“Agradezco a mi Padre Dios, a mi Familia (mi hijo, mi esposa) y a mis Padres en Especial. Porque estuvieron conmigo desde el principio y me apoyaron hasta el final de mi carrera estudiantil. Y no se me acaba la vida para agradecerles y hacerme lo que soy”.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLA	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. Antecedentes y Generalidades	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos y metas	1
1.3 Descripción general de la Zona	3
1.4 Geografía.....	12
1.5 Aspectos ambientales	15
1.6 Aspectos Socio – Económicos	15
CAPÍTULO II	19
2. BASES DE DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA SANITARIO Y PLUVIAL.....	19
2.1 Diagnóstico del Sistema Sanitario	19
2.2 Conceptualización del sistema	19
2.3 Trabajo e Investigaciones de Campo	20
2.4 Parámetros de Diseño de Alcantarillado Sanitario	25

2.5	Parámetros de Diseño de Alcantarillado Pluvial	47
2.6	Tratamiento de la Aguas servidas.	58
CAPÍTULO III		64
3.	PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN	64
3.1	Presupuesto	64
3.2	Especificaciones Técnicas.....	65
CAPÍTULO IV.....		66
4	Conclusiones y Recomendaciones	66
4.1	Conclusiones	66
4.2	Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍA.....		68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Clasificación de usos de suelo.....	5
Tabla 2: Datos generales de la estación.....	13
Tabla 3: Datos Precipitación Mensual – Estación El Carmen.....	14
Tabla 4: Tasa de Crecimiento Poblacional	17
Tabla 5: Puntos Georeferenciados de las prospecciones de campo	21
Tabla 6: Puntos Georeferenciados de las prospecciones de campo	22
Tabla 7: Capacidad admisible del suelo	23
Tabla 8: Capacidad admisible del suelo	23
Tabla 9: Tiempo de vida de los elementos de un sistema de Agua y Saneamiento.	26
Tabla 10: Población futura.....	29
Tabla 11: Factores de Retorno	32
Tabla 12: Factores de infiltración	34
Tabla 13: Coeficiente de Rugosidad	36
Tabla 14: Velocidades mínimas en los conductos	37
Tabla 15: Valores de C para diversos tipos de superficies	48
Tabla 16: Periodos de Retorno	49
Tabla 17: Tiempos de concentración	50
Tabla 18: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	60
Tabla 19: Información del proyecto.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la Parroquia San Pedro de Suma, del Cantón El Carmen de la Provincia de Manabí.....	3
Figura 2: Vivienda unifamiliar en la Parroquia San Pedro de Suma	5
Figura 3: Vía de acceso a la Parroquia San Pedro de Suma.....	6
Figura 4: Captación de agua subterránea (pozo) en la parroquia San Pedro de Suma	8
Figura 5: Tanque elevado para dotación de agua potable a la Parroquia San Pedro de Suma.....	8
Figura 6: Pozo séptico	9
Figura 7: Ubicación de la Unidad Educativa en la Parroquia San Pedro de Suma	10
Figura 8: Unidad Educativa “Simón Bolívar”, en la Parroquia San Pedro de Suma	10
Figura 9: Ubicación de las áreas de recreación en la Parroquia San Pedro de Suma	11
Figura 10: Cancha de Fútbol en la Parroquia San Pedro de Suma	11
Figura 11: Cancha de Básquet en la Parroquia San Pedro de Suma	12
Figura 12: Río Suma.....	12
Figura 13: Distribución Mensual de la Precipitación	14
Figura 14: Encuesta a un morador de la zona	16
Figura 15: Población Actual Parroquia San Pedro de Suma	16
Figura 16: Nivel de Educación de la Población de la Parroquia de San Pedro de Suma	17
Figura 17: Cuenca del río Suma	24
Figura 18: Gráfica de la proyección futura de la población de la Parroquia San Pedro de Suma.....	30
Figura 19: Tipo de canalización	40
Figura 20: Vista en planta del pozo.....	40
Figura 21: Pozo de revisión tipo.....	41
Figura 22: Tipos de empalme de dos – tres – cuatro canales	41

Figura 23: Tipo: conexiones domiciliarias	42
Figura 24: Detalle de caja de revisión domiciliaria	42
Figura 25: Detalle de conexión domiciliaria hacia la red de alcantarillado. ..	43
Figura 26: Detalle de colocación de la silla	44
Figura 27: Esquema de alcantarillado Sanitario.....	47
Figura 28: Zonificación de las densidades de precipitación.....	52
Figura 29: Isolineas intensidad máxima diaria de precipitación para TR=5 años	53
Figura 30: Sumidero tipo.....	54
Figura 31: Corte Sumidero.....	55
Figura 32: Simbología de la red de alcantarillado	55
Figura 33: Esquema de Alcantarillado Pluvial.....	58
Figura 34: Diagrama de Flujo.....	59
Figura 35: Corte del Tanque séptico típico	61
Figura 36: Tanque Séptico + Filtro anaerobio/ Corte Transversal	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Encuesta Realizada a la Parroquia “San Pedro de Suma”

ANEXO 2 Áreas de Aportación Sanitario Y Pluvial

ANEXO 3 Redes de Alcantarillado Sanitario Y Pluvial

ANEXO 4 Resultados del Estudio de Suelos

ANEXO 5 Resultados del Alcantarillado Sanitario Y Pluvial

ANEXO 6 Resultados del Rio San Pedro de Suma Y Planta de Tratamiento
de Aguas Domesticas

ANEXO 7 Especificaciones Técnicas

ANEXO 8 Presupuesto Y Cronograma

RESUMEN

La parroquia San Pedro de Suma, del cantón el Carmen, correspondiente a la provincia de Manabí, es una parroquia en vías de desarrollo, y como tal, carece de los servicios básicos como son el alcantarillado (sanitario y pluvial). Con la finalidad de potenciar el desarrollo de la parroquia San Pedro de Suma, elaboró un plan estratégico de desarrollo para los próximos 20 años, el cual incluye: vivienda, salud, sistema de servicios básicos como el alcantarillado (sanitario y pluvial) y planta de tratamiento de aguas residuales, áreas recreativas y otros. Con este proyecto se mejora la calidad de vida de los habitantes y también en una manera se preservará el medio ambiente, a fin de contar con un sistema confiable que garantice entregar al medio receptor (Río Suma), un agua tratada conforme a la normativa dada por el Acuerdo Ministerial N° 028. En el estudio del proyecto se ha realizado encuestas, levantamiento topográfico del sector, mecánica de suelos, y análisis de las aguas del Río Suma; con los resultados obtenidos se procedió al diseño del sistema de alcantarillado separado, en base a las normativas establecidas por el Ex - Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento (EX-IEOS), SENAGUA y parámetros de diseño de la EPMAPS. El proyecto cuenta con el análisis y diseño definitivo del sistema de alcantarillado (Sanitario y Pluvial) y PTAR, presupuesto de inversión y especificaciones técnicas.

PALABRAS CLAVE

- SISTEMA
- ALCANTARILLADO
- SANITARIO
- PLUVIAL
- SANEAMIENTO

ABSTRACT

The parish of San Pedro de Suma in the county of El Carmen in Manabí province is a parish still in development, and as such, lacks many basic services like a sewer system (sanitary and pluvial). With the aim of aiding the development of the San Pedro de Suma parish, a strategic plan was developed for the next 20 years, which includes: housing, health, system of basic services like a sewer system (sanitary and pluvial), water treatment plant, recreational areas among other plans. With this project the quality of life of the locals will be improved and the environment will be conserved, as a result of having a more reliable system that guarantees delivery to the intermediary receiver (Suma River), a body of water treated according to the law given by the Ministerial Agreement No. 028. In the study of the project there have been surveys, topography of the sector, soil mechanics, and analysis of the waters of the River Suma; With the results obtained, a separate sewage system was designed, based on the regulations established by the Ex - Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento (EX - IEOS), SENAGUA and design parameters of the EPMAPS. The project consists of the analysis and definitive design of the sewer system (sanitary and pluvial) and PTAR, investment budget and technical specifications.

KEYWORDS

- SYSTEM
- SEWERAGE
- SANITARY
- PLUVIAL
- SANITATION

CAPÍTULO I

1. Antecedentes y Generalidades

1.1 Antecedentes

Un sistema de alcantarillado es un beneficio para toda una zona poblacional, porque evitan que se produzcan problemas de saneamiento, y ayuda a mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En la actualidad un sistema de alcantarillado deja de ser un transportador de desechos, para la preservación del medio ambiente al tratarlos antes de entregar al medio receptor que en el caso particular se lo hace al Río.

La Junta Parroquial de San Pedro de Suma por falta del sistema de alcantarillado, se ha obligado a solicitar como tema de grado el diseño de este proyecto y solucionar todos los problemas de insalubridad que presenta la zona; para posterior construirlo satisfaciendo las necesidades de la población.

La presidencia de la junta parroquial ha conferido al proyecto de grado el tema: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO CON TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS PARA LA PARROQUIA SAN PEDRO DE SUMA DEL CANTÓN EL CARMEN MANABÍ".

1.2 Objetivos y metas

Objetivo general del proyecto

- Mejorar las condiciones de vida y minimizar los problemas y de insalubridad de los habitantes de la parroquia San Pedro de Suma, ubicada en el cantón el Carmen, provincia de Manabí, mediante el diseño del sistema de alcantarillado separado; y, el tratamiento de las aguas servidas.

Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico de las condiciones de la zona para la recolección, transporte y depuración de los residuos sólidos.
2. Determinar los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado separado y planta de tratamiento.
3. Realizar los trabajos topográficos e investigaciones geotécnicas (mecánica de suelos), calidad de las aguas servidas y cuerpo receptor.
4. Diseños del sistema de alcantarillado separado (pluvial, sanitario) y planta de tratamiento de las aguas servidas.

Metas

1. Entregar a la parroquia de San Pedro de Suma los diseños del sistema de alcantarillado separado (pluvial y sanitario) y planta de tratamiento de las aguas servidas, que permita a las autoridades de la Parroquia de San Pedro de Suma, emprender su construcción; logrando además mejorar las condiciones de vida, el desarrollo social, sostenible y sustentable de la población.
2. El estudio de las directrices de los organismos encargados de la planificación y desarrollo de las obras hidráulicas y de saneamiento son: SENAGUA, AWWA (American Water Works

Association), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente y la Organización Panamericana de la Salud.

3. Estudios e investigaciones de campo (topografía y geología) del área de estudio.
4. Diseño del alcantarillado separado Pluvial, Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

1.3 Descripción general de la Zona

1.3.1 Aspectos físicos y geográficos

1.3.1.1 Ubicación Geográfica

La parroquia San Pedro de Suma se encuentra a 15 Km del sur – oeste del cantón El Carmen, provincia de Manabí como se muestra en la figura 1, esta se encuentra dentro de las siguientes coordenadas:

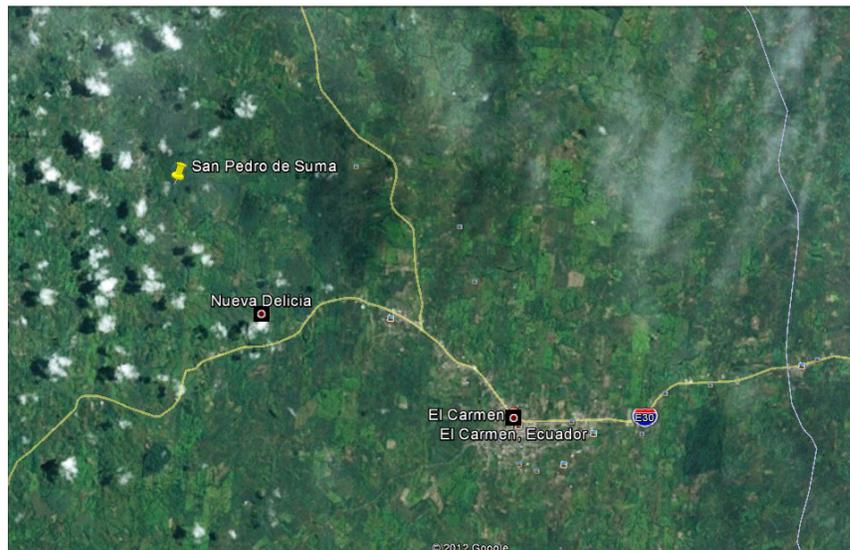


Figura 1: Ubicación de la Parroquia San Pedro de Suma, del Cantón El Carmen de la Provincia de Manabí.

Fuente: (Google Maps, 2016)

- Norte: 665000 – 99850410
- Este: 665440 – 99800000
- Sur: 660135 – 9974800
- Oeste: 654785 – 9980430

Limitan al Norte con el Río Guabal aguas arriba, hasta el estero Las Juntas.

Al sur con el estero Mendozita hasta su afluencia en el estero Mendoza y este al río Suma.

Al este con el estero Ronquito, aguas abajo hasta su afluencia en los esteros Tigre y Culebra

Al oeste con el Río Quinindé aguas abajo hasta la afluencia del río Guabal.

La parroquia se encuentra entre los 330 msnm y 200msnm.

1.3.1.2 Usos del suelo

La parroquia San Pedro de Suma tiene 20 años de existencia; por su cercanía a la cabecera cantonal de El Carmen, en este lugar se aprecia los principales usos del suelo como son: vivienda, comercio, agricultura, etc. Como se muestra en la tabla 1

Tabla 1:
Clasificación de usos de suelo.

No.	TIPO OCUPACIÓN	%
1	RESIDENCIAL	38,0
2	RESIDENCIAL – AGRICOLA	30,5
3	RESIDENCIAL – COMERCIAL	7,50
4	RECREACIONAL	3,50
5	AGRICOLA	13,1
6	LOTES BALDIOS	7,40
7	TOTAL	100,0

Fuente: (GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE SAN PEDRO DE SUMA, 2014 - 2019)

1.3.1.3 Vivienda

En forma general se puede decir que las viviendas son unifamiliares en su mayoría, de uno, y dos pisos, con estructura en hormigón y de caña guadua, paredes de bloque, techos de madera con cubiertas de hojas de eternit o zinc, y la gran mayoría sin acabados o acabados incompletos. Como se muestra en la figura 2.



Figura 2: Vivienda unifamiliar en la Parroquia San Pedro de Suma

1.3.2 Vialidad y Transporte

1.3.2.1 Vialidad

La vía principal de acceso es una vía de tercer orden según la metodología del MTOP. Por sus características sirve de vía principal con las vías locales de la urbanización que en su mayoría son de tierra encontrándose en mal estado. Como se indica en a figura 3.



Figura 3: Vía de acceso a la Parroquia San Pedro de Suma

1.3.2.2 Transporte

Existe servicio de transporte público hasta la parroquia San Pedro de Suma, de busetas llamada “Rutas Carmenses”, con turnos de entrada y salida cada hora y media aproximadamente. El tiempo promedio de viaje de la Parroquia de San Pedro de Suma hasta El Carmen es de 30 minutos.

1.3.3 Infraestructura

1.3.3.1 Agua

En la actualidad, la parroquia cuenta con una red de agua, el mismo que capta las aguas de un pozo de 80 metros de profundidad, del cual se extraen alrededor de 4131 metros cúbicos mensualmente dato otorgado por la Junta Parroquial,

$$Q_{mes} = 4131 \text{ m}^3/\text{meses}$$

$$Q_{dia} = \frac{4131\text{-m}^3}{\text{meses}} * \frac{1 \text{ mes}}{30\text{días}} * \frac{1000\text{litros}}{\text{m}^3}$$

$$Q_{dia} = 137700 \text{ litros/día}$$

La dotación promedio de consumo de agua potable es la siguiente:

$$\text{Dotación promedio} = \frac{Q_{mes}}{\text{habitantes}} = \frac{137700 \text{ litros/día}}{791 \text{ habitantes}}$$

$$\text{Dotación promedio} = 174.00 \text{ litros/día/habitantes}$$

Hacia un tanque elevado de 27 metros cúbicos de capacidad y que tienen como tanque de cabecera para las redes de distribución; lo que no constituye ningún problema para el desarrollo de la población.



Figura 4: Captación de agua subterránea (pozo) en la parroquia San Pedro de Suma



Figura 5: Tanque elevado para dotación de agua potable a la Parroquia San Pedro de Suma

1.3.3.2 Alcantarillado

La población no cuenta con el servicio del alcantarillado. Por esta razón cada familia se vio en la necesidad de construir letrinas y pozos sépticos y solucionar temporalmente la eliminación de excretas. En la figura 6 se muestra un pozo séptico colapsado.

El sistema de alcantarillado recolectará las aguas servidas de la población y serán conducidas a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), previo a la depuración de las aguas serán enviadas hacia el Río Suma.



Figura 6: Pozo séptico

1.3.3.3 Otros servicios de infraestructura

La parroquia cuenta actualmente con los siguientes servicios de Energía Eléctrica, Alumbrado Público, y Telefonía Celular.

1.3.4 Equipamiento urbano

1.3.4.1 Educación

En el sector del proyecto cuenta con una unidad educativa llamada, “Simón Bolívar” que se encuentra dentro de la parroquia, como se muestra en la figura 7 y figura 8.

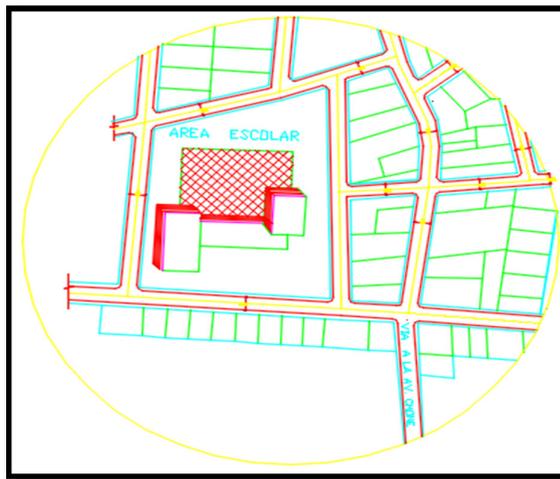


Figura 7: Ubicación de la Unidad Educativa en la Parroquia San Pedro de Suma



Figura 8: Unidad Educativa “Simón Bolívar”, en la Parroquia San Pedro de Suma

1.3.4.2 Recreación.

El sector cuenta con una cancha de fútbol, y con una cancha de básquet, vóley y juegos infantiles; que ayuda y fomenta la recreación de sus pobladores como se muestra en la figura 9, figura 10 y figura 11.

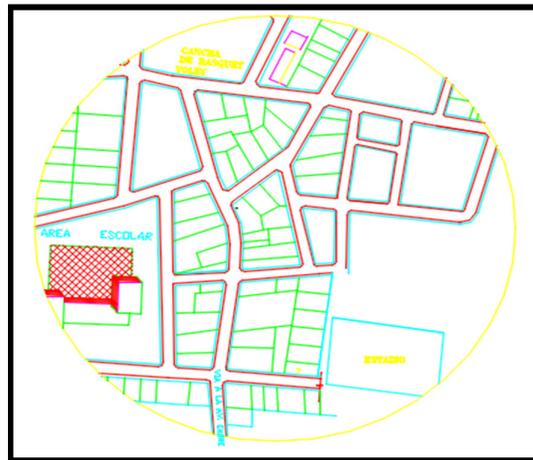


Figura 9: Ubicación de las áreas de recreación en la Parroquia San Pedro de Suma



Figura 10: Cancha de Fútbol en la Parroquia San Pedro de Suma



Figura 11: Cancha de Básquet en la Parroquia San Pedro de Suma

1.4 Geografía

La geomorfología de la zona presenta de colinas con pendientes suaves con una inclinación que va desde el sur y sureste hacia el noroeste, lo que hace que los ríos que atraviesan su territorio sean parte de la cuenca del río Quinindé primero y luego al Río Esmeraldas. El río Suma está ubicado al norte de la población, aproximadamente a 200 metros.



Figura 12: Río Suma

1.4.1 Pluviometría

De acuerdo a la estación meteorológica de El Carmen nos determina que en los meses mayo a diciembre la precipitación es baja. Mientras que en los meses de enero a abril la precipitación es alta, ver en tabla 3, y con una temperatura promedio anual de 28,5 °C.

1.4.2 Precipitación

Las precipitaciones medidas por el INAMHI tienen un promedio anual de 233 mm/mensual. Los datos meteorológicos se obtuvieron en el Instituto Nacional de Meteorología (estación climatológica de El Carmen – M0160), estación más representativa del lugar y que funciona desde el año 1976. En este caso la estación El Carmen es la que más se ajusta al sector de estudio. En la siguiente tabla 2 se presentan datos generales de la estación:

Tabla 2:
Datos generales de la estación

DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN							
No.	Estación	Coordenadas		Altitud	Código	Tipo	Institución
		Latitud	Longitud	msnm			
1	El Carmen	0° 15 ' 35 " S	79° 25 ' 37 " W	260	M-160	Pluviométrica	INAMHI

Fuente: (INAMHI, Instituto Nacional de Metereología e Hidrología)

Las precipitaciones mensuales se indican en la tabla 3.

Tabla 3:
Datos Precipitación Mensual – Estación El Carmen.

1	ENERO	823.9
2	FEBRERO	534.7
3	MARZO	432.8
4	ABRIL	426.6
5	MAYO	64.8
6	JUNIO	141
7	JULIO	95.3
8	AGOSTO	2.9
9	SEPTIEMBRE	12.1
10	OCTUBRE	55.2
11	NOVIEMBRE	5.9
12	DICIEMBRE	210.8
	MEDIA	233.8

Fuente: (INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología)

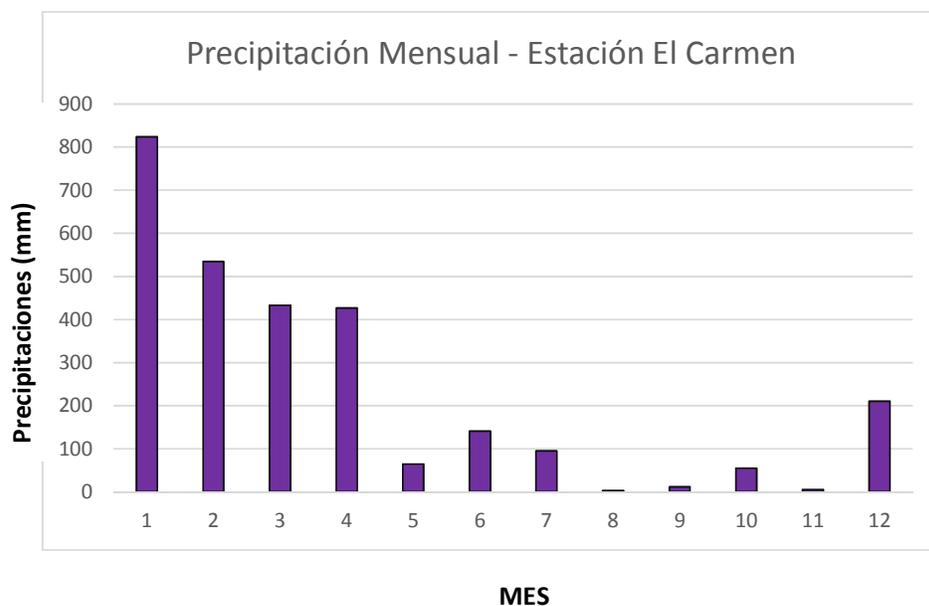


Figura 13: Distribución Mensual de la Precipitación

1.5 Aspectos ambientales

1.5.1 Niveles de ruido

La zona carece de industrias con fuentes de ruido y perturbaciones, por lo tanto la única fuente de ruido procede de los pocos automotores que circulan por este sector, razón por la cual los niveles de ruido, se estima que están por debajo de los permisibles por la norma.

1.5.2 Riesgos naturales

Cuando existen precipitaciones muy intensas y duraderas, causa erosión de la calzada de las calles, terrazas de terrenos en las cuales se asientan las viviendas. En base a un recorrido que se realizó con el presidente de la Junta Parroquial, a la cuenca del Río Suma, se observó que no existen riesgos naturales por deslave ya que el punto más cercano se encuentra a 200 metros de la planta de tratamiento.

1.6 Aspectos Socio – Económicos

1.6.1 Información demográfica

Para determinar los parámetros demográficos del sector se realizó un CENSO, del cual se obtuvo la siguiente información: (ver ANEXO 1).

Esta información se tomó in-situ, encuestado a 159 familias dentro del área urbana a 791 habitantes.



Figura 14: Encuesta a un morador de la zona

1.6.2 Población

En el análisis de la encuesta se tiene la siguiente información.

De las 791 personas que fueron encuestadas se obtuvo como resultado que: 411 representan el sexo masculino y 380 el femenino, como se muestra en la figura 15.

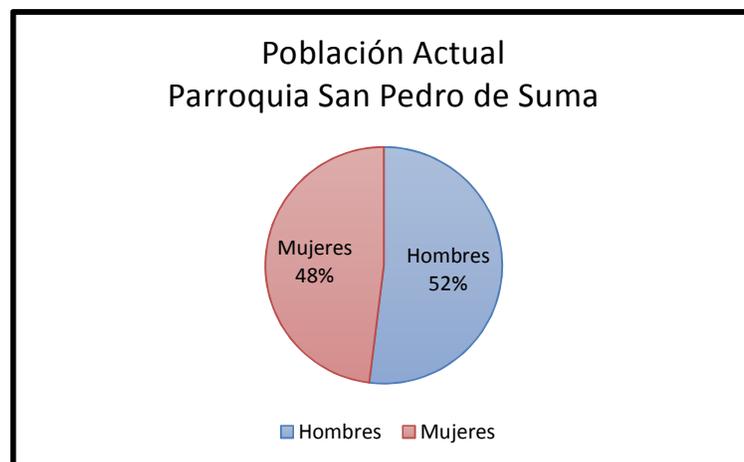


Figura 15: Población Actual Parroquia San Pedro de Suma

En base al censo poblacional del 2010 por él (INEC, VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010), la tasa de crecimiento poblacional es 1.71%.

Tabla 4:
Tasa de Crecimiento Poblacional

Unidad territorial	Población 2010
San Pedro de Suma	462

Fuente: (INEC, VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010)

1.6.3 Nivel de instrucción

La instrucción educativa de la población de un total de 791 habitantes es: 4 personas son analfabetas, 91 personas tienen instrucción primaria, 56 personas tienen instrucción secundaria y 8 personas son universitarias, como se muestra en la figura 16.

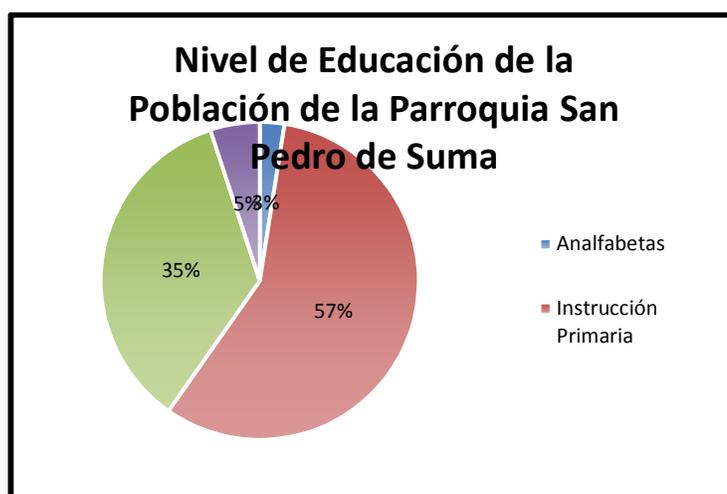


Figura 16: Nivel de Educación de la Población de la Parroquia de San Pedro de Suma

A la Unidad Educativa “Simón Bolívar”, asisten la mayoría de los estudiantes de la parroquia, de ellos los de secundaria asistían a los colegios de Santo Domingo y El Carmen, pero hace aproximadamente cinco años la escuela pasó a ser Unidad Educativa con una mejor infraestructura. Así los estudiantes ya no tienen la necesidad de viajar tan lejos para asistir a los estudios secundarios; se considera que uno de los factores por los cuales los pobladores solo tienen nivel académico de primaria fue por la falta de nivel secundario en la zona.

1.6.3.1 Población económicamente activa

San Pedro de Suma, sustenta su economía en las actividades agropecuarias, siendo la producción del barraganete para la exportación y la ganadería los más importantes seguidos por el cultivo diversificado de productos destinados al consumo local y nacional: otras variedades de plátano, además de palma africana cacao, yuca, maíz y otros de ciclo corto.

Se producen además, una variedad importante de frutas tropicales como: papaya, maracuyá, piña, naranja entre otras.

Es alta la participación del rubro de ganadería bovina de carne y de doble propósito (leche y carne).

En la parroquia San Pedro de Suma la Población Económicamente Activa (PEA) de acuerdo al (INEC, VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010), es de 42.40% de la población.

CAPÍTULO II

2. BASES DE DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA SANITARIO Y PLUVIAL

2.1 Diagnóstico del Sistema Sanitario

2.1.1 Situación Actual

La parroquia San Pedro de Suma, como no cuenta con un sistema para eliminar las excretas, una parte de la población por necesidad se vieron obligados a realizar pozos sépticos, en la cual algunos han colapsado; y la otra parte descargan las excretas directamente al río suma, posibilitando la generación de dificultades circunstanciales en el ambiente y problemas de salud en la población.

La junta parroquial, han priorizado esta obra para realizarlo lo antes posible por los problemas de salud que están adoptando.

Se recomienda que es necesario hacer el sistema de alcantarillado separado (sanitario y pluvial); porque la normatividad del país exige que la población cuente con sistemas de alcantarillado separados (sanitario y pluvial) y con tratamiento de las aguas residuales. Con esto disminuimos la contaminación de nuestros recursos hídricos (Ríos).

2.2 Conceptualización del sistema

Para la realización del diseño del sistema de alcantarillado de la parroquia San Pedro de Suma, el municipio de El Carmen tomó en cuenta las normas del Ex - Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento

(EX-IEOS), calidad de las aguas NTE INEN 1108 (Anexo1), Acuerdo Ministerial N° 028, SENAGUA y parámetros de diseño de la EPMAPS.

2.3 Trabajo e Investigaciones de Campo

2.3.1 Topografía

Presenta una topografía de colinas con pendientes suaves con ciertas elevaciones en las partes extremas del centro poblado. La junta parroquial contrato los servicios de topografía (Levantamiento de la zona a escala 1:1000, Curvas de nivel a cada metro). El perfil del alcantarillado esta realizado a cada diez metros.

2.3.2 Mecánica de suelos

La realización de toma de muestras se realiza para establecer los parámetros de diseño para la planta de tratamiento de las aguas servidas. He contratado los servicios del Ing. Alejandro Espinoza para la realización del estudio de suelos donde el proyecto está destinado.

2.3.3 Metodología

- Reconocimiento del lugar, para la implantación del proyecto.
- Exploración Geotécnica: trabajos de campo que consisten en 3 perforaciones con ensayo SPT a 6.00 metros de profundidad, ubicadas en sitios estratégicos de la zona de proyecto.
- Interpretación y análisis de los resultados.
- Elaboración de la memoria técnica.

2.3.4 Trabajos realizados en la zona.

El proyecto que se va a construir, se encuentra ubicado en la zona sísmica IV, en base al Código Ecuatoriano de la Construcción. Se realizó los trabajos de campo, consistiendo en lo siguiente:

- 3 Perforaciones ubicada en un sitio representativos del terreno, con una profundidad de 6.00 metros, asignada como PZ1 a PZ3 (ver ANEXO No. 4).
- En las perforaciones se realizó el Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T); por cada metro de profundidad, colectando al mismo tiempo muestras disturbadas obtenidas en el Tubo Partido, con fines de Clasificación SUCS.
- Descripción Visual Manual de los Suelos encontrados en la perforación.

2.3.5 Trabajos de laboratorio

Tabla 5:
Puntos Georeferenciados de las prospecciones de campo

INVESTIGACIÓN	COTA (msnm)	COORDENADA
SPT 1	198.05	N: 9975849.3
		E: 662621.9
SPT 2	198.03	N: 9975855.3
		E: 662636.2
SPT 3	198.01	N: 9975860.6
		E: 662623.9

Fuente: (Espinosa & Silva Cia Ltda, 2016)

Los ensayos de identificación son aquellos que nos van a permitir caracterizar el suelo y su comportamiento en términos:

- Granulometría ASTM C136
- Límites de Atteberg ASTM D4318
- Humedad natural ASTM D2216
- Ensayo de clasificación de suelos ASTM D2487

En oficina se realizó los perfiles estratigráficos de los 3 pozos.

Tabla 6:
Puntos Georeferenciados de las prospecciones de campo

N° DE POZO	CLASIFICACIÓN	TIPO
SPT 1	CH: Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad	Arcilla limosa de alta plasticidad, color rojo, muy húmeda.
SPT 2	CH: Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad	Arcilla limosa de alta plasticidad, color rojo, muy húmeda.
SPT 3	CH: Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad	Arcilla limosa de alta plasticidad, color rojo, muy húmeda.

Fuente: (Espinosa & Silva Cia Ltda, 2016)

2.3.6 Capacidad admisible del suelo

De acuerdo a los datos obtenidos del laboratorio de la empresa Espinosa & Silva Cia Ltda, se obtuvo los siguientes resultados de la capacidad admisible del suelo.

Tabla 7:
Capacidad admisible del suelo

TIPO DE CIMENTACION	DESPLANTE (m)	Ncorr	CAPACIDAD ADMISIBLE (T/m ²)							Promedio capacidad admisible (T/m ²)	
			BASE DE CIMENTO (m)								
			0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		1.1
Losa	1.5	6.26	Factor Fd							7.64	
			1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33		1.33
			$\bar{\sigma}$ admisible (T/m ²)								
			7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64

Fuente: (Espinosa & Silva Cia Ltda, 2016)

La capacidad admisible de la losa de cimentación es: $\bar{\sigma}_{adm} = 7.64 \text{ T/m}^2$. Para este tipo de suelo se toma un asentamiento de 2,5" pulgadas o 6.35 cm.

2.3.7 Conclusiones del estudio de suelo

De acuerdo a las investigaciones realizadas en el presente estudio, la empresa Espinosa & Silva Cia Ltda se recomienda la siguiente opción:

Tabla 8:
Capacidad admisible del suelo

Capacidad de carga del suelo (t/m ²)	qa	10 T/m ²
Desplante :	Df	1.50m
Mejoramiento de suelo	H	Mínimo 1.40m. Colocar un geo-textil entre suelo natural y capa de mejoramiento. Debe ser compactada cada 25cm.
Peso específico del suelo (gr/cm ³)	γ_s	1.72
Asentamientos totales	ST	2.27 cm
Módulo de balasto	Ks	1440 T/m ³

Fuente: (Espinosa & Silva Cia Ltda, 2016)

2.3.8 Hidrología

De acuerdo al estudio realizado de la cuenca del Río suma, ver figura 17, tiene un área de 65.00 km^2 y una longitud de río suma de 30.44 Km hasta el punto de la descarga (ver ANEXO No. 6).

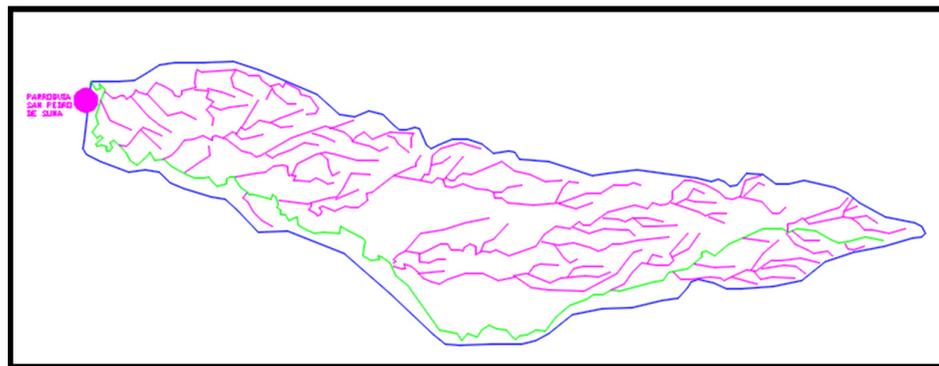


Figura 17: Cuenca del río Suma

2.3.9 Calidad del Agua

En base al estudio de contaminación realizado del Río Suma, se puede apreciar una contaminación mínima; sin embargo, se hará necesario la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) previo a la descarga de las aguas al río Suma, el tratamiento a ser diseñado deberá cumplir con el Acuerdo Ministerial N° 028 (ver ANEXO No. 6).

2.4 Parámetros de Diseño de Alcantarillado Sanitario

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de las aguas servidas.

2.4.1 Período de diseño

Es el tiempo de funcionamiento eficaz del sistema, que depende de la resistencia física de las instalaciones que de acuerdo a su capacidad van a recoger, procesar y trasladar el caudal de agua despedida por la comunidad.

Durante el periodo de diseño se debe tomar en cuenta varios factores, tales como: La capacidad económica de las entidades que financiaran la construcción, el tiempo de duración de las obras civiles, y también la tendencia de crecimiento de la población.

Todo sistema realizado con proyección debe satisfacer las necesidades de la comunidad en un 100%, durante un periodo de tiempo, sin que tenga que ser ampliado.

Según el funcionamiento de un sistema de alcantarillado, la vida útil de los elementos constituidos, tal como nos indica la tabla 9, el periodo no debe proyectarse menos de 20 años.

Tabla 9:
Tiempo de vida de los elementos de un sistema de Agua y Saneamiento.

	COMPONENTE	VIDA UTIL (AÑOS)
1	Obras de Hormigón	30
2	Pozos de revisión (HA)	20
3	Tuberías PVC	De 20 a 30

Fuente: (EX-IEOS)

Tomando como referencia la tabla de diseño, y porque el sistema de alcantarillado será de PVC que es un material de gran duración, para el periodo de diseño se tomará en cuenta 20 años.

2.4.2 Análisis poblacional

2.4.2.1 Tasa de crecimiento y densidad poblacional

La determinación de los parámetros de densidad y demás se tiene en consideración lo siguiente:

- Los datos de población se obtuvo de la Junta Parroquial de San Pedro de Suma, los que han sido obtenidos de la progresión del censo de población, que lo ha realizado la Junta Parroquial a todos los recintos vecinos.
- Una vez en funcionamiento el sistema se tendrá en cuenta 20 años.
- Los datos obtenidos de la población es importante para dar dimensión a los elementos componentes del sistema de alcantarillado sanitario y también para la planta de tratamiento de las aguas servidas.

2.4.2.2 Cálculo de la población futura

El cálculo de la población futura se lo realizó para el período de diseño (2035) el cálculo de la población futura utiliza los: métodos aritmético y geométrico. El comportamiento de la población se ha estimado tomando en cuenta la tasa de crecimiento demográfico de 1,71 % anual, dato obtenido del último Censo INEC 2010 para el área urbana.

- **Método Aritmético:** Está basado en hipótesis de que el crecimiento poblacional es constante, por lo que su ecuación establece una gráfica en la cual el crecimiento poblacional se manifiesta linealmente.

$$P = P_1(1 + r * n)$$

P = Población al final del período de diseño.

n = Período comprendido entre el último censo y el último año del período de diseño.

r = Tasa de crecimiento.

- **Método Geométrico:** Está basado en hipótesis de que el crecimiento poblacional es constante, por lo que su ecuación establece una gráfica en la cual el crecimiento poblacional se manifiesta exponencialmente.

$$P = P_1(1 + r)^n$$

P = Población al final del período de diseño.

n = Período comprendido entre el último censo y el último año del período de diseño.

r = Tasa de crecimiento.

Población Futura

Acorde a la encuesta socio – económica, nos demuestra que cada lote está conformado por 6 habitantes. La tabla 10 presenta el cálculo de la siguiente población futura.

Tabla 10:
Población futura.

No.	Año	n	Población	
			Aritmético	Geométrico
1	2015	0	791	791
2	2016	1	805	805
3	2017	2	818	818
4	2018	3	832	832
5	2019	4	845	847
6	2020	5	859	861
7	2021	6	872	876
8	2022	7	886	891
9	2023	8	899	906
10	2024	9	913	921
11	2025	10	926	937
12	2026	11	940	953
13	2027	12	953	969
14	2028	13	967	986
15	2029	14	980	1003
16	2030	15	994	1020
17	2031	16	1007	1038
18	2032	17	1021	1055
19	2033	18	1034	1073
20	2034	19	1048	1092
21	2035	20	1062	1110

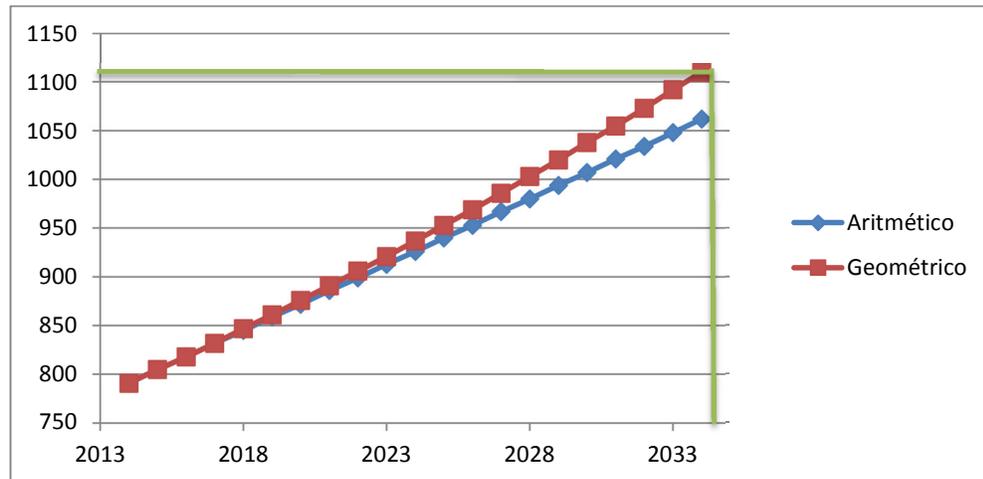


Figura 18: Gráfica de la proyección futura de la población de la Parroquia San Pedro de Suma

La población futura adopta el crecimiento geométrico de **1110** habitantes para un período de 20 años.

2.4.2.3 Dotación

Se considera la dotación a partir de los datos obtenidos de la parroquia, para estudios y diseños se aplicará un dotación promedio de 174.0 litros/día/habitante.

El consumo medio diario, es el promedio de consumo diario durante un año de registro.

P_f = Población Futura

Dot = Dotación recomendada

$$Q_m = \frac{P_f * Dot}{86400}$$

$$Q_m = \frac{1110 \text{ hab} * 174 \text{ lt/hab/día}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 2.24 \text{ lt/seg (Consumo medio Diario)}$$

2.4.3 Áreas de aportación

De acuerdo al relieve del terreno y basándose en el ordenamiento territorial y, el levantamiento topográfico, se determina las áreas de aportación.

En los planos (ver ANEXO 2) se pueden ver las áreas de aportación que escurren a los pozos de revisión.

2.4.4 Caudales de diseño

2.4.4.1 Caudal sanitario de diseño

Para el diseño de alcantarillado sanitario, el caudal llega a ser la suma de todos los caudales recolectadas de las aguas domésticas más el caudal de infiltración, después de recoger estas aguas será previamente tratada antes de ser entregado al Río Suma. Mientras que para el caudal pluvial se considerará las aguas lluvias y este irá directamente al Río suma.

$$Q_{SANITARIO} = Q_{aguas\ residuales}(Q_{ar}) + Q_{infiltración}(Q_i) \\ + Q_{ilicidas}(Q_{ilicid})$$

$$Q_{PLUVIAL} = Q_{aguas\ lluvia}$$

- **Caudal medio diario sanitario:**

$$Qm_{SANITARIO} = Dotación * R$$

Qm = Caudal medio sanitario

R = Coeficiente de *retorno de aguas servidas domésticas*

Tabla 11:
Factores de Retorno

FACTORES DE RETORNO		
No.	Nivel de complejidad del sistema	Coefficientes de retorno
1	Bajo y medio	0.7 - 0.8
2	Medio alto y alto	0.8 - 0.85

Fuente: (Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q, 2009)

El 70% es el coeficiente de retorno para este caso, de la tabla 11.

$$Qm_{SANITARIO} = Qm * R$$

$$Qm_{SANITARIO} = \frac{P * Dot}{86.400} * R$$

$$Qm_{SANITARIO} = 2,24 * 0,7$$

$$Qm_{SANITARIO} = 1.57 \text{ l/s}$$

- **Coeficiente de mayoración M:**

En toda la red de alcantarillado tiene un pico, en la cual una vez al día en el año es máxima la aportación; para calcular

caudales máximos, se toman en cuenta los siguientes coeficientes; esto está en base al gasto medio sanitario.

$$Q < 4 \frac{l}{s} \rightarrow M = 4$$

$$Q \geq 4 \frac{l}{s} \rightarrow M = \frac{2,228}{Q^{0,073325}}$$

$$0,75 \geq M \leq 4$$

M = Factor de mayoración, adimensional

Q = Caudal promedio diario de aguas domésticas, $\frac{l}{s}$

- **Caudal de Infiltración:**

Resulta dificultoso el control de la infiltración de las aguas superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, una de ellas las freáticas, a través de fisuras en las tuberías, también en las juntas de las tuberías ejecutadas defectuosamente, esto se aplica normalmente cuando no son tuberías de PVC.

Los valores recomendados de infiltración se consideran de acuerdo a la tabla 12.

Tabla 12:
Factores de infiltración

No.	Nivel de Complejidad del Sistema	Infiltración Alta (l/s-ha)	Infiltración Media (l/s-ha)	Infiltración Baja (l/s-ha)
1	Bajo y medio	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
2	Medio alto y alto	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Fuente: (Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q, 2009)

En base a la tabla 12 utilizo:

$$Q_i = 0,1 * A$$

$Q_i = \text{Caudal de infiltración}$

$A = \text{Área (ha)}$

Actualmente para este diseño de alcantarillado es con tubería de PVC, y el caudal de infiltración adopto para este caso 0 l/seg.

- **Caudal ilícitas:**

El EX-IEOS recomienda, para el caudal de aguas ilícitas:

$$Q_{iic} = 80 \frac{lt}{hab} * día * Pob. Aport. Acumulada$$

2.4.5 Diseño hidráulico

El sistema de alcantarillado será a gravedad tanto la red sanitaria como la red pluvial, y funcionará hasta un 80% de su capacidad máxima (parcialmente lleno). Para que exista aireación dentro del sistema.

Para el cálculo de la velocidad de diseño utilizó la fórmula de Manning la cual es la más adecuada:

$$V = \frac{1}{\eta} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

V = velocidad de flujo (m/s)

R = radio hidráulico (R=A/P)

η = coeficiente de Manning

J = Pendiente del gradiente hidráulico (m/m)

Tabla 13:
Coefficiente de Rugosidad

TIPO DE CONDUCTO	RANGO	η
Tubería de Hormigón Simple	0,012 - 0,015	0,013
Tubería de Plástico o PVC corrugada	0,011	0,011
Tubería Termoplástico de interior liso o PVC	0,011	0,011
Colectores y Tuberías de Hormigón armado fundido en sitio	0,013 - 0,015	0,015
Mampostería de piedra	0,017 - 0,020	0,018
Canal de Tierra sin revestir	0,027 - 0,040	0,033
Canal revestido con hormigón	0,013 - 0,015	0,015

Fuente: (Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q, 2009)

El coeficiente de rugosidad para el proyecto de alcantarillado de la parroquia San Pedro de Suma, utilizó un coeficiente de rugosidad de 0.011 por ser de tubería plástica.

2.4.6 Velocidad estimada en los conductos

En base a la tabla 14, el rango de velocidad en el sistema se establece lo siguiente:

Tabla 14:
Velocidades mínimas en los conductos

Velocidad	Valor de Velocidad
Mínima a tubo lleno	0,90 m/s
Mínima de auto limpieza. (Para Q sanitario)	0,45 m/s
Máxima de diseño en tuberías de Hormigón o PVC	6,00 m/s
Máxima de diseño en canales y colectores, de hormigón armado, y tuberías termoplástico o PVC	9,00 m/s

Fuente: (Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q, 2009)

De acuerdo a la topografía, se tomará en cuenta la velocidad mínima de auto limpieza de 0,45 m/s, y la máxima de 6 m/s.

2.4.7 Diámetro de la tubería y profundidades

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, recomienda para utilizar tuberías con un diámetro mínimo para alcantarillado sanitario de 0,20 m y para alcantarillado pluvial un diámetro de 0,25 m.

La tubería a utilizarse en toda la red de alcantarillado es de sección circular; para alcantarillado sanitario se utilizará un diámetro mínimo interno de 200 mm e igualmente para el alcantarillado pluvial un diámetro de 250mm, para evitar estancamientos en el sistema debido a objetos

que se introducen y así poder realizar un mantenimiento adecuado y de esta manera evitar colapsos en la tubería.

Para diseños de alcantarillado se considera profundidades mínimas de 1.20 m desde la calzada hasta la cota clave (parte superior de la tubería), caso contrario la tubería debe embaularse con hormigón armado. Para el caso de los pozos, la profundidad mínima es de 1.50 m.

Para la profundidad máxima hidráulica la EPMAPS recomienda que para un colector debe estar entre 70 % y 85 % para permitir la aireación adecuada del flujo de las aguas residuales.

2.4.8 Característica de la tubería PVC y pozos de revisión

2.4.8.1 Características de la tubería

Como recomendación la tubería plástica (PVC), para alcantarillado debe cumplir con las siguientes características:

- Debe ser resistente al aplastamiento vertical.
- Para zonas sísmicas es recomendable que su comportamiento sea elástico.
- El material debe tener alta resistencia al ataque de sustancias químicas, y a la corrosión.
- Cuando el sistema de unión y sellado de las tuberías sea de material del sello elastomérico, este debe evitar la infiltración y exfiltración.

- Las juntas con sistema de empaque de caucho, debe absorber asentamientos, diferenciales moderados, movimientos telúricos y contracciones o dilataciones por cambios de temperatura.

Las tuberías de plástico representan una mejor alternativa contra otras tuberías (tuberías de concreto), por ser más livianas.

2.4.8.2 Pozos de revisión

Los pozos de registro se colocarán en base las siguientes características:

- Cada cambio de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En las intersecciones de las tuberías.
- Distancias máximas de 100 metros.
- Al inicio de la tubería.

Los pozos deben realizarse con un diámetro interior mínimo de 1.0 metro y exterior de 1.40 metros.

El tipo de canalización dentro del pozo es la siguiente:

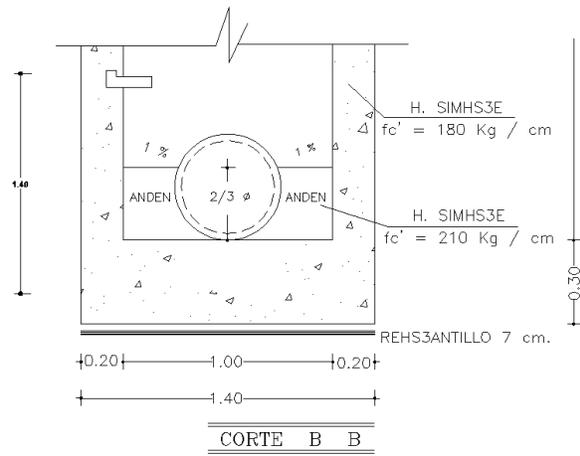


Figura 19: Tipo de canalización

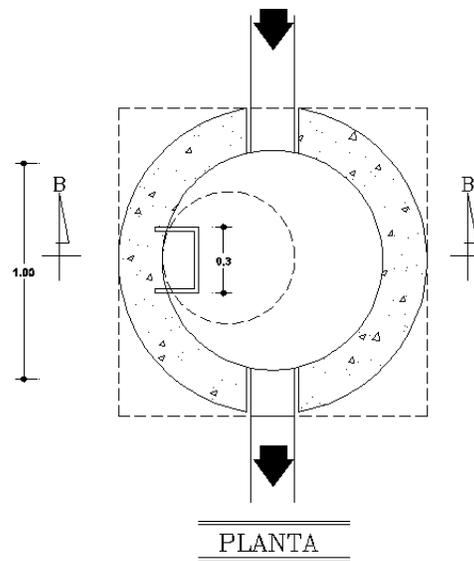


Figura 20: Vista en planta del pozo

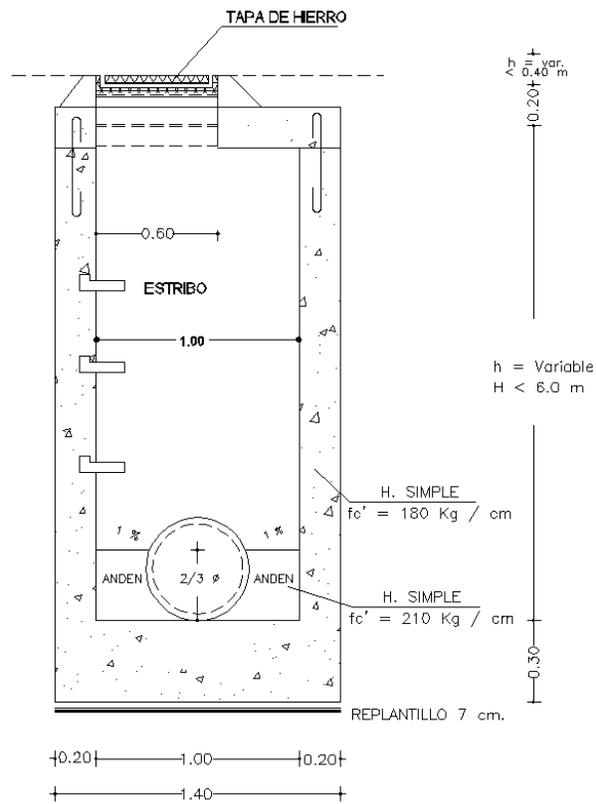


Figura 21: Pozo de revisión tipo

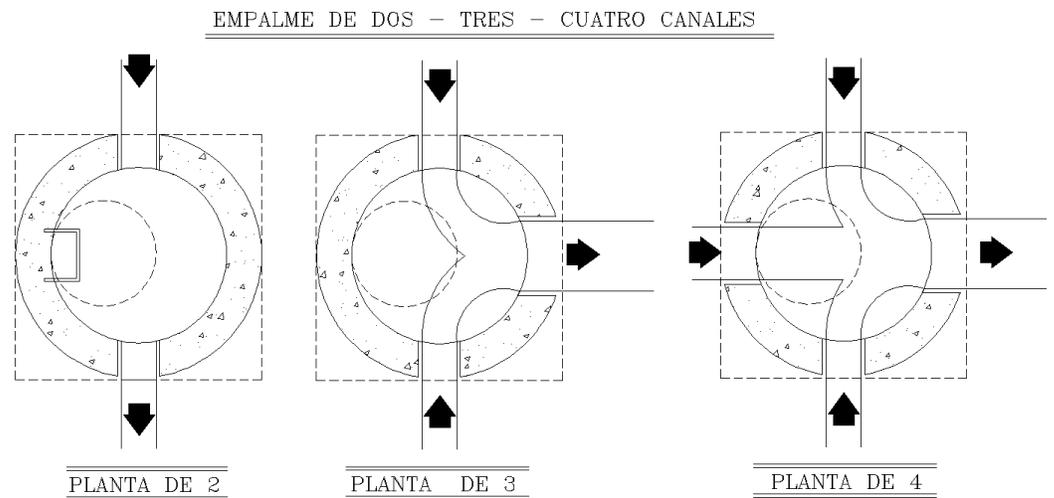


Figura 22: Tipos de empalme de dos - tres - cuatro canales

2.4.9 Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias deben tener un 2% de pendiente mínima hacia la tubería de alcantarillado y un diámetro de 150 mm, y debe conectarse a la red matriz con un ángulo entre 45° y 60°, con una silla especial o galápago.

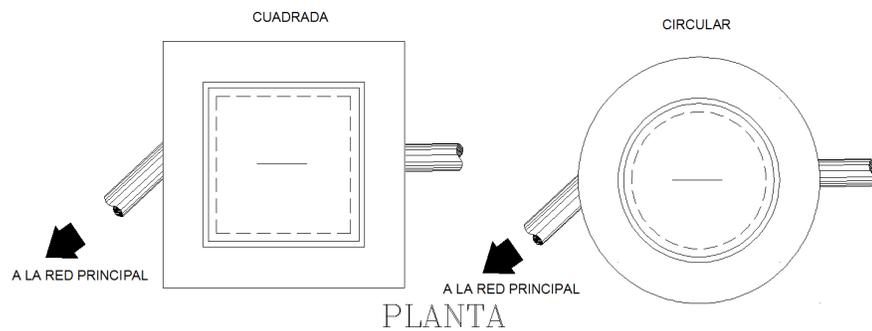


Figura 23: Tipo: conexiones domiciliarias

DETALLE DE CAJA DE REVISION DOMICILIARIA

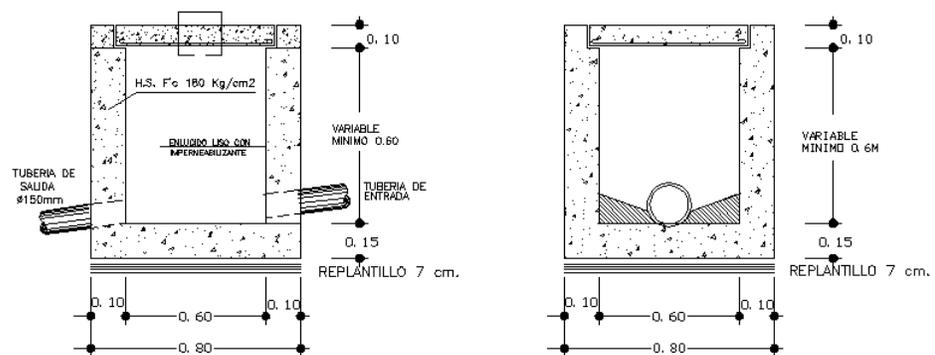


Figura 24: Detalle de caja de revisión domiciliaria

Es importante un buen sellado de la silla con la tubería para evitar infiltraciones y exfiltraciones.

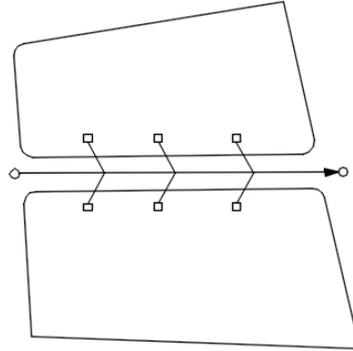


Figura 25: Detalle de conexión domiciliar hacia la red de alcantarillado.



Figura 26: Detalle de colocación de la silla

2.4.10 Sistema de Alcantarillado Sanitario

El sistema está conformada en una red principal, que será alimentada de las redes secundarias. Estas redes recogerán todas las aguas servidas provenientes de las viviendas hasta llegar a culminar a la planta de tratamiento (ver ANEXO 3).

Los resultados hidráulicos y perfiles se encuentran en (ver ANEXO 5).

Esquema de alcantarillado Sanitario:

RIO SUMA

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

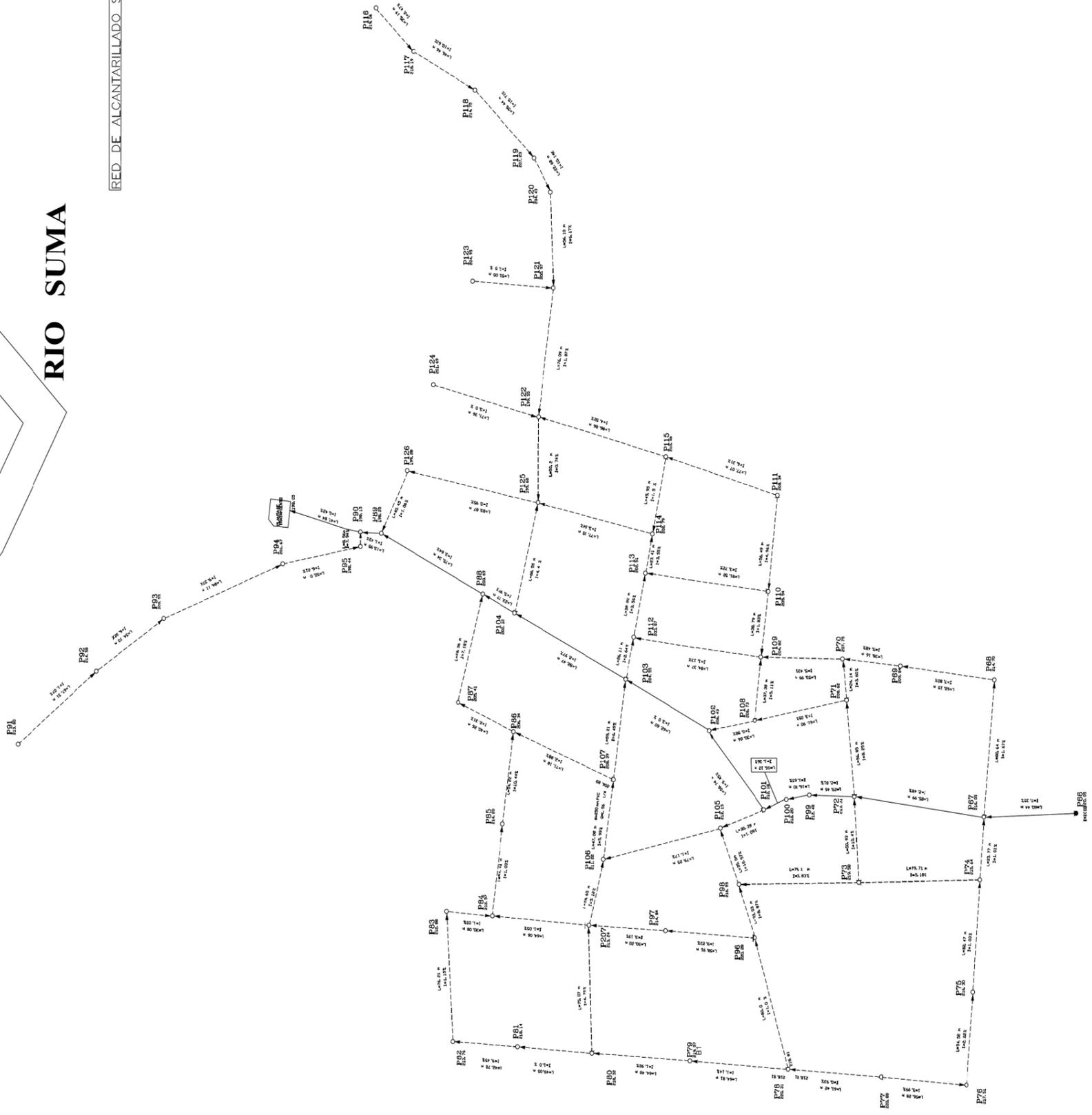


Figura 27: Esquema de alcantarillado Sanitario

2.5 Parámetros de Diseño de Alcantarillado Pluvial

2.5.1 Diseño del Caudal pluvial

Para el cálculo del mismo, se utiliza el método racional, el cual es usado para cuencas menores a 5 km^2 o 500 ha, las mismas que tienen características hidrológicas e hidráulicas simples.

Este método lo explican con las normas empleadas por el SENAGUA.

$$Q = 0.00278 CIA$$

Dónde:

- C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)*
- I = Intensidad de precipitación (mm/hora)*
- A = Área total de drenaje aportante (ha)*
- Q = Caudal máximo de escorrentía pluvial (m³/s)*

- **Coeficiente de escurrimiento:**

De la cobertura vegetal del sector, de la infiltración, de la topografía del suelo, del relieve, de la intensidad de lluvia y del tipo suelo, todo esto depende para escoger el coeficiente de escurrimiento (C).

La SENAGUA, de acuerdo a sus investigaciones recomienda utilizar los diferentes tipos de coeficiente "C", según las siguientes condiciones que se presenten:

Tabla 15:
Valores de C para diversos tipos de superficies

No.	Tipo de zona	Valor del coeficiente de escurrimiento C
1	Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
2	Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.9
3	Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 – 0.9
4	Pavimentos de hormigón	0.8 – 0.85
5	Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 – 0.8
6	Empedrados (juntas ordinarias)	0.4 – 0.5
7	Pavimentos de macadam	0.25 – 0.6
8	Superficies no pavimentadas	0.1 – 0.3
9	Parques y jardines	0.05 – 0.25

Fuente: (Secretaria del Agua, 2012)

La parroquia de San Pedro Suma por ser la mayor parte una superficie no pavimentada escojo el valor de coeficiente de 0.3 y también otra parte es empedrados (juntas ordinarias) escojo el valor de coeficiente 0.5, de la tabla 15. Obteniendo el siguiente resultado:

$$C_{Promedio} = \frac{C_1 * A + C_2 * A}{A_T}$$

$$C_{Promedio} = \frac{0.3 * 8.47 + 0.5 * 7.27}{15.74} = 0.4$$

C_n = Coeficiente de escurrimiento parcial

A = Área de aportación

$$A_T = \text{Área Total}$$

$$C_{\text{promedio}} = \text{Coeficiente de escurrimiento promedio}$$

El coeficiente de escurrimiento infiere para la determinación de los caudales que ingresan a las redes de recolección, y por ende las dimensiones de las tuberías y esto involucra al costo de la implementación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

- **Período de retorno:**

El período de retorno o intervalo de recurrencia, es la espera a una intensidad de lluvia que se puede repetir o también superar.

En la siguiente tabla presenta los diferentes tipos valores para el período de diseño, ver la tabla 16.

Tabla 16:
Periodos de Retorno

No.	Elemento del Sistema de Alcantarillado	Período de retorno (años)
1	Redes secundarias	10 años
2	Redes principales	15 años
3	Colectores interceptores	25 años
4	Estructuras especiales	50 años
5	Redes a nivel rural	5 años

Fuente: (Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q, 2009)

Para este caso el período de retorno es de 5 años.

- **El Tiempo de escorrentía:**

Es la concentración, donde una gota de agua lluvia viaja desde el lugar más alejado del área de desagüe hasta la parte de la entrada del punto de desagüe.

El tiempo total de viaje se obtiene mediante la suma de los tiempos de canales secundarios, más el tiempo de viaje del cauce principal hasta el punto de control.

$$t_c = t_i + t_f$$

t_c : *Tiempo de concentración*

t_i : *Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado*

t_f : *Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado*

Tabla 17:
Tiempos de concentración

No.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE DRENAJE	T1 (min)
1	Áreas densamente pobladas, alto porcentaje de zonas impermeables y sumideros cercanos	5
2	Áreas medianamente pobladas y pendientes más o menos planas	10 - 15
3	Zonas residenciales, superficiales planas y sumideros lejanos	20 -30

Fuente: (Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q, 2009)

El tiempo de concentración para áreas medianamente pobladas y pendientes más o menos planas, para tramos iniciales de alcantarillado se adoptará un valor igual a 10 minutos.

El tiempo de recorrido t_f a lo largo de los conductos, está dado por la ecuación:

$$t_f = \frac{1}{60} \sum \left(\frac{L_i}{V_i} \right)$$

L_i: Longitud del tramo de alcantarillado

V_i: Velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo, m/s

En el sistema el agua se mueve a una mínima velocidad de 0.45 m/s, siendo que una máxima longitud de la tubería entre pozos de será de 100 m, tenemos:

$$t_f = \frac{1}{60} \left(\frac{100 \text{ m}}{0.45 \text{ m/s}} \right) \text{ min}$$

$$t_f = 3.07 \text{ min} \approx 3 \text{ min}$$

El tiempo total será:

$$t_c = t_i + t_f$$

$$t_c = 10 + 3 = 13 \text{ min}$$

2.5.2 Intensidad de aguas lluvias:

En la figura 28 se muestra la zonificación de densidades en diferentes áreas, que se determina diferentes condiciones de la zona de la intensidad de precipitaciones, con esto se obtiene el área de estudio:



Figura 28: Zonificación de las densidades de precipitación

Para este caso, el área de estudio está en la zona 4, situada al oeste del Ecuador, para determinación la intensidad de lluvia utilizo la siguiente formula:

De 5 min a 20 min

$$I_{TR} = 56.507 * t^{-0.2694} Id_{TR}$$

De 20 min a 1440 min

$$I_{TR} = 247.71 * t^{-0.7621} Id_{TR}$$

2.5.3 Intensidad Máxima diaria

El período de retorno obtenido de la tabla 16, el INAMHI muestra las gráficas de las isoclinas de la zona donde la intensidad máxima diaria de precipitación es de 1 día, con la gráfica obtengo el valor de $I_{d_{TR}}$ para este caso se encuentra en la zona 4:

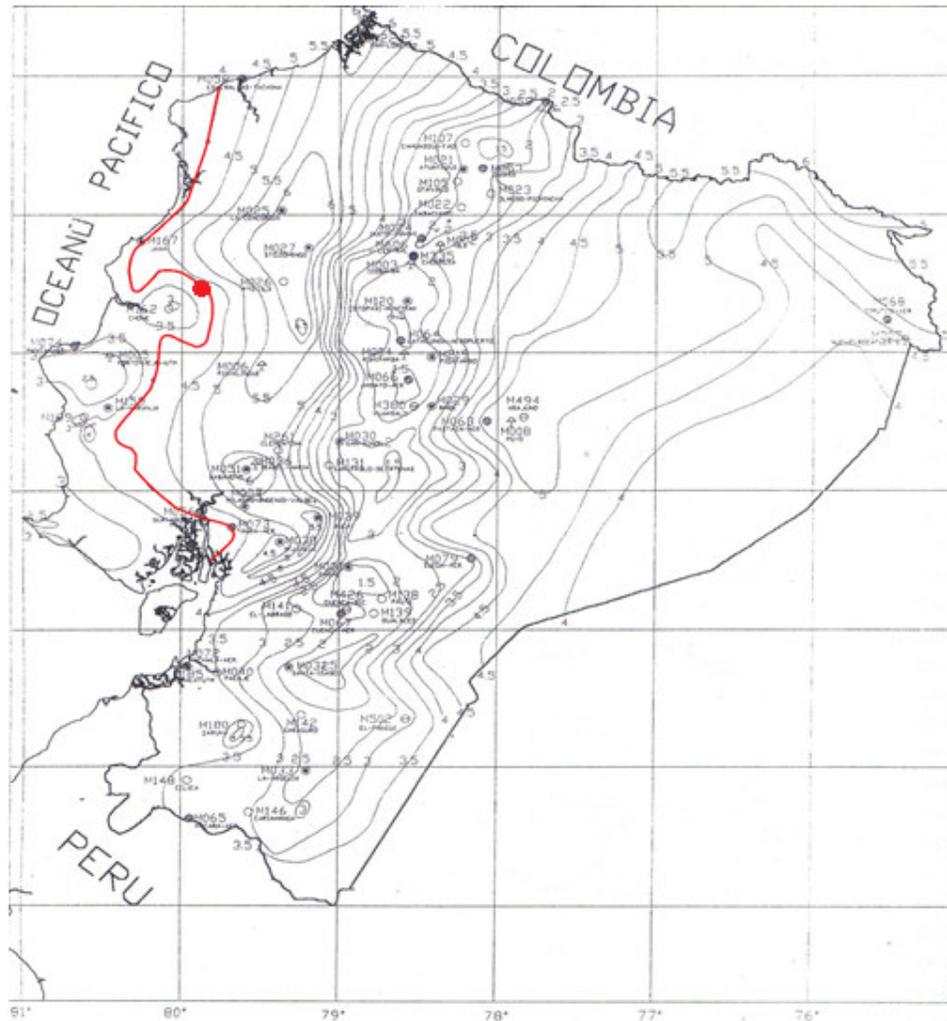


Figura 29: Isoclinas intensidad máxima diaria de precipitación para TR=5 años

De dónde se tiene:

$$I_{d_{TR}} = 4.0 \text{ mm/hora}$$

Entonces la intensidad de precipitación es:

$$I_{TR} = 56.507 * t^{-0.2694} I d_{TR}$$

$$I_{TR} = 56.507 * (13^{-0.2694}) * 4.0$$

$$I_{TR} = 113.25 \text{ mm/hora}$$

2.5.4 Sumideros

Están destinadas para recoger el agua que son captadas por las cunetas e inmediatamente se dirigen al sistema de alcantarillado.

Se tiene tres tipos de sumideros:

- Los Horizontales.
- Los Verticales.
- Mixtas.

La EPMAPS-Q recomienda, la colocación de los sumideros a cada 100 metros o si es menor a este valor, colocar un sumidero a cada esquina.

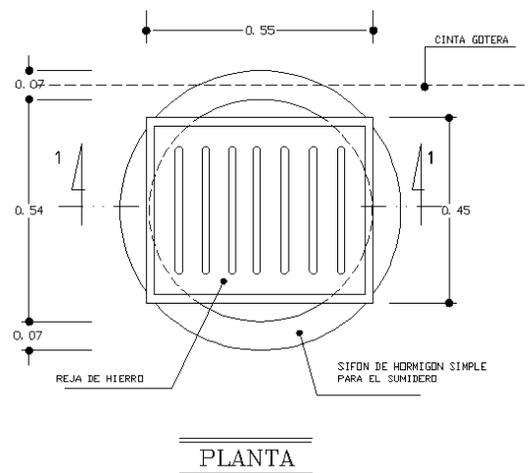


Figura 30: Sumidero tipo

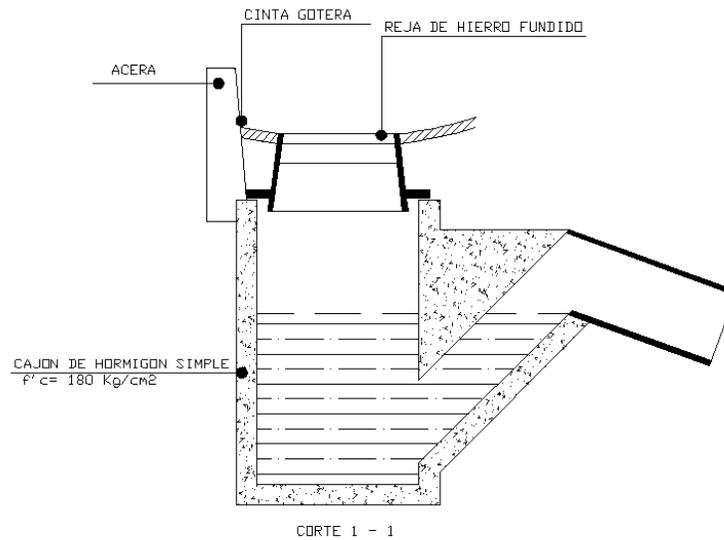


Figura 31: Corte Sumidero

2.5.5 Simbología del Sistema de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado adopta la siguiente simbología:

SIMBOLOGIA	
-----	RED DISEÑADA
—————	RED EXISTENTE
○	POZO DISEÑADO
●	POZO EXISTENTE
⊕-----	POZO CABECERA
P12 2085,23 B1	NUMERO DE POZO COTA TERRENO DE POZO TIPO DE POZO
-----	LIMITE AREA DE APORTACION
A= 8.50 há.	AREA DE APORTACION
□	CAJA DOMICILIARIA
□	SUMIDERO DISEÑADO
▨	SUMIDERO EXISTENTE

Figura 32: Simbología de la red de alcantarillado

2.5.6 Sistema de Alcantarillado Pluvial

La red de alcantarillado pluvial no se extenderá tramos mayores como el sistema sanitario, estos tramos desembocan en los esteros más cercanos y otros en el Río Suma (ver ANEXO 3). Los resultados hidráulicos y perfiles se encuentran en (ver ANEXO 5).

Esquema de alcantarillado Pluvial:

Figura 33: Esquema de Alcantarillado Pluvial

2.6 Tratamiento de la Aguas servidas.

2.6.1 Definición del Tratamiento

Las aguas residuales captadas, son domésticas teniendo una población rural y con un crecimiento demográfico de 1,71% anual.

Para la planta de aguas negras, el sistema seleccionado, por ser considerado un sistema eficiente y también poder reducir la cantidad de obra civil se considera una fosa séptica más filtro anaeróbico.

Tanque Séptico más el filtro anaeróbico, en estos tanques se dan los mecanismos de sedimentación y la digestión los cuales ocurren dentro del mismo; el tanque séptico consta de por lo menos dos compartimentos en serie, en el primero la materia más densa se sedimenta y se deposita en el fondo en forma de lodo; la materia más ligera forma en la superficie una espuma flotante en menor cuantía y sus efluentes pasan al siguiente compartimiento que permite disponer el efluente para su depuración biológica; sirve para eliminar y almacenar sólidos suspendidos.

Estos tanques remueven en un rango de 30 % al 50 % la demanda bioquímica de oxígeno; lo que corresponde en grasas desde un porcentaje desde el 70 % hasta el 80%, sólidos en suspensión (SS) de un 50 a 70%, fósforo de un 15%, para aguas residuales domesticas típicas.

A continuación se detalla el sistema en el siguiente diagrama de la Figura 34:

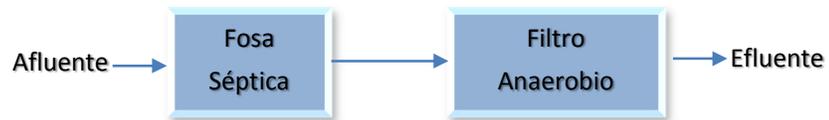


Figura 34: Diagrama de Flujo

2.6.2 Marco legal

La planta de tratamiento que será construida se diseña sobre la base de las normas ambientales nacionales, para cumplir e incluso superar las mismas, las cuales se mencionan a continuación.

2.6.2.1 Legislación ambiental nacional

Actualmente existe un conjunto de leyes y ordenanzas municipales que tienen vigencia dentro de los límites de la obra a realizarse y durante el período de tiempo de la misma, que regulan la disposición de las aguas servidas, dependiendo del tipo de utilización final que se le quiera dar.

Así mismo, cuando las aguas residuales han de ser dispuestas a un alcantarillado o a cuerpos de agua deben cumplir con ciertos parámetros establecidos, algunos de los cuales se muestran a continuación en la tabla 18.

Tabla 18:
Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Añil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroforno	Est. carbón cloroforno EDC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	10000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: (Acuerdo Ministerial N° 028, 2015)

A la hora de elegir un sistema de tratamiento, es importante considerar los parámetros antes mencionados, para saber cuáles son los rangos dentro de los que son aceptables los tratamientos.

2.6.3 Diseño de la planta de tratamiento.

El diseño de la planta de tratamiento se lo realizó en base a la necesidad de la parroquia de San Pedro de Suma.

La fosa séptica se construye en forma enterrada, como se muestra en la figura 35 y 36, y consta habitualmente de dos o más compartimientos.

Para obtener mejoras en el rendimiento, resulta sencillo de construcción y efectividad, añadir otro compartimiento al final de la misma, donde se pueda incluir un lecho bacteriano aerobio o anaerobio. Es una solución muy aplicada en el saneamiento rural o saneamiento individual, en combinación con sistemas de aplicación al terreno.



Figura 35: Corte del Tanque séptico típico



Figura 36: Tanque Séptico + Filtro anaerobio/ Corte Transversal

2.6.3.1 Parámetros de Diseño

$P_f = \text{Poblacion futura} = 1110 \text{ habitantes}$

$Dot = \text{Dotación} = 174 \text{ litros/habitantes/día}$

$Q = 1110 \text{ habitantes} * 174 \text{ litros/habitantes/día}$

$Q = 193140 \text{ litros/día}$

$Q = 193.14 \text{ m}^3/\text{día} = 8.04 \text{ m}^3/\text{hora}$

Para el ingreso de las aguas servidas a la planta de tratamiento se coloca los valores del grado de contaminación de las aguas servidas:

$$DBO_5 = 105 \text{ ppm}$$

$$DQO = 355 \text{ ppm}$$

$$\text{Sólidos Suspendidos} = 210 \text{ ppm}$$

En el diseño del tanque séptico es necesario determinar los siguientes parámetros.

Caudal Medio de aguas servidas Q_{AS} :

$$Q_{AS} = \text{Dot} * \text{Coef Retorno}$$

Cálculos hidráulicos:

$$Lf = 1.8 * 10^{-3} * \text{Dotación}$$

Cálculo de volumen de las aguas servidas Var :

T: Tiempo de retención: 12 horas: 0.5 día.

$$Var = N * (Q_{AS} * T + 100 * Lf)$$

Calculo de volumen de lodos:

$$Vl = \frac{2}{3} * Var$$

Volumen de la fosa:

$$V_{Fosa \text{ Séptica}} = Var + Vl$$

Parámetros para las medidas del Tanque:

Altura Útil	$1.20 \leq h$
Ancho	$0.7 \leq b \leq 2 h$
Largo/Ancho	$2 \leq L/b \leq 4$

Características que se deben cumplir son:

- El ancho del tanque séptico no deberá ser menor a 0,60 m y la profundidad neta no menor a 0,75 m.
- El nivel de tubería de salida del tanque séptico deberá estar situado a 0,05 m por debajo de la tubería de entrada del tanque séptico.
- El fondo de los tanques sépticos tendrá pendiente de 2% orientada hacia el punto de ingreso de los líquidos.
- El techo de los tanques sépticos deberán contar con tapas de inspección y deberán ser no menor a 0,60 x 0,60 m.

Cuando el tanque séptico tenga dos o más cámaras, la primera cámara deberá tener un volumen entre el 50% y 60% de sedimentación; asimismo, las subsiguientes cámaras entre el 40% y 50% del volumen de sedimentación en mención.

Los resultados del diseño de la PTAR se encuentran (ver ANEXO 6).

CAPÍTULO III

3. PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

3.1 Presupuesto

Una vez concluido con el diseño del alcantarillado separado (Sanitario y Pluvial) y planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), se procede a realizar el presupuesto con sus respectivos precios unitarios, con el programa PROEXCEL, que es un software que se utiliza de manera eficiente el análisis que se va a necesitar para un proyecto, el presupuesto y cronograma se detalla (ver ANEXO 8).

En la tabla de cantidades se detalla el presupuesto del Alcantarillado (Sanitario y Pluvial) y de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

Tabla 19:
Información del proyecto

Descripción	Unidad	Cantidad
Longitud de Tubería Sanitario	Metros	4302.00
Longitud de Tubería Pluvial	Metros	2629.00
Pozos de revisión Sanitario	Unidad	62
Pozos de revisión Pluvial	Unidad	48
Cajas domiciliarias Sanitario y Pluvial	Unidad	300

Costo del Alcantarillado (Sanitario y Pluvial) incluido un costo indirecto al 15 % (Administración, Impuestos, Gastos Financieros, Imprevistos); está a un valor de: USD 338.015,75 (TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL QUINCE dólares SETENTA Y UN centavos).

Costo de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales (PTAR), incluido un costo indirecto al 15 %; está a un valor de: USD 68.270,81 (SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SETENTA dólares OCHENTA Y UN centavos)

En el cronograma se detalla un tiempo estimado de construcción del alcantarillado (Sanitario y Pluvial) de: 24 semanas.

En el cronograma se detalla un tiempo estimado de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de: 12 semanas.

3.2 Especificaciones Técnicas.

Las especificaciones técnicas son universales a nivel de todo el Ecuador, las especificaciones técnicas adoptadas para el proyecto son las de la EPMAPS-Q. (Ver ANEXO 7).

CAPÍTULO IV

4 Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Al inspeccionar a la Parroquia San Pedro de Suma, es necesario implementar un alcantarillado, para satisfacer las necesidades de insalubridad.
- El sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, se estableció los criterios de las normas del Ex - Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento (EX-IEOS), y también la Norma rural para estudios y diseños (SENAGUA).
- La parroquia San Pedro de Suma cuenta con una población de 791 personas entre hombres y mujeres, obteniendo un cálculo promedio futuro de 1110 personas. Con una dotación de 174 l/hab/día, obteniendo un consumo medio diario de 2.24 *lt/seg*.
- Se diseñó la planta de tratamiento “Fosa Séptica y Filtro Anaerobio”, en la cual al momento de tratar las aguas servidas, cumple con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce en este caso al Río San Pedro de Suma.

4.2 Recomendaciones

- Es importante utilizar un software para la respectiva verificación y comportamiento del sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial, en este caso se utilizó el programa SWMM, que utiliza cálculo dinámico y se comprueba si los diámetros de las tuberías son las adecuadas.
- En una planta de tratamiento es importante cumplir con los parámetros ambientales, para evitar grandes contaminaciones en este caso del Río San Pedro de Suma.
- Es necesario un mantenimiento del sistema de alcantarillado 1 vez cada año, para que cumpla con la vida útil del sistema establecido.
- Se realizará una limpieza de la planta de tratamiento 1 vez cada 6 meses.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo Ministerial N° 028. (2015). *Registro Oficial*. Quito - Ecuador.
- Dpto. de Estudios y Diseños, E. -Q. (1999). *Parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado*. Quito - Ecuador.
- Espinosa & Silva Cia Ltda. (2016). *ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EN SAN PEDRO DE SUMA*. SAN PEDRO DE SUMA - QUITO.
- EX-IEOS. (s.f.). *"Normas técnicas de diseño para los sistemas de alcantarillado"*. Quito - Ecuador.
- GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE SAN PEDRO DE SUMA. (2014 - 2019). Obtenido de <http://gadsanpedrodesuma.gob.ec/manabi/>
- Google Maps. (25 de 11 de 2016). Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/San+Pedro+de+Suma,+El+Carmen,+Manabí/@-0.2345978,-79.5083027,13z>
- INAMHI, Instituto Nacional de Metereología e Hidrología. *Estudios de llluvias Intensas*. Ecuador.
- INEC, VII Censo de Población y VI de Vivienda. (2010).
- Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAAP - Q. (2009). *Parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado*. Quito - Ecuador.
- Secretaria del Agua. (2012). *Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable*. Quito - Ecuador.