



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA: “OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RECINTO SAN FRANCISCO PERTENECIENTE AL CANTÓN NARANJITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS, MEDIANTE UN ADECUADO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL UTILIZANDO MATERIAL DE PVC CON EL FIN DE GARANTIZAR EL MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD Y MENOR COSTO.”

PRESENTADO CON OPCIÓN PARA OBTENER EL

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

**IVAN STEFANO CARRERA FLORES
EDDY FERNANDO DÍAZ VILLACRESES**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2016

DEDICATORIA

El principio de la sabiduría es el temor a DIOS. Proverbios 9:10

Este proyecto es dedicado a nuestro señor Jesucristo ya que es mi inspiración de vida.

Dedico esta labor a mi madre por ser esa persona que me brinda su apoyo moral y espiritual incondicionalmente para ser una persona de éxito. Esto no hubiera logrado sin tu labor incansable por ver a tus hijos triunfar y es por eso que este trabajo te pertenece.

Dedico a mi esposa por ser esa persona dedicada, responsable y en la cual hemos podido ir cumpliendo nuestra metas propuesta.

Dedica a mis hermanos para que este trabajo sea su inspiración y siempre busquen la excelencia.

A mis tíos Miguel y Patricia que desde mi niñez fueron los que me enseñaron los principios de vida.

A mi esposa ya que es la persona que siempre está junto a mí para darme fuerza y alcanzar mis logros.

Eddy Fernando Díaz Villacreses.

DEDICATORIA

Dedico esta labor a mi Dios todopoderoso por su infinito amor y sabiduría, porque es y será una fuente de amor y conocimiento que jamás se acabará, con humildad, esfuerzo, conocimiento y fe sé que este proyecto será de gran ayuda para la comunidad que lo necesita, principio que me has enseñado Señor mío, ayudar a nuestro prójimo.

A mis padres que con su gran esfuerzo ha sido posible que yo pueda escribir esta pequeña dedicatoria, que se sientan orgullosos de lo que ellos mismo han forjado siempre por medio de Dios Padre, a ellos que sin duda se lo han ganado.

A mis hermanas Josseline y Brigitte que son parte de este logro, he aprendido mucho de ellas, siento la dicha de tenerlas a mi lado y que con humildad y sabiduría sigan adelante.

Finalmente dedico mi proyecto de investigación especialmente a las autoridades, a todo el cuerpo de profesores y a todas las próximas generaciones de ingenieros civiles de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

Iván Stefano Carrera Flores.

AGRADECIMIENTO

Cumplir con unos de mis propósitos de vida, en la cual desde mi niñez fue trazado como es la culminación de la etapa universitaria, es un logro sumamente importante en mi vida ya que esto de una u otra forma seré un gran aporte a la sociedad.

Es por tal razón que agradezco a nuestro Señor Jesús, que día a día derrama bendiciones a mi vida, para seguir adelante y cumplir mis metas propuestas.

No menos importante agradecer a mi madre por ser el apoyo de vida, que siempre estuvo a mi lado luchando incansablemente a lo largo de mi vida académica ya que sin su dedicación de madre no podría lograr lo anhelado.

Agradezco a mi esposa por ser la persona que con su apoyo moral y amor incondicional siempre está a mi lado. Por ser mi inspiración para superarme día a día.

Agradezco al MsC. Ing. Civil Fausto Cabrea y a la Msc. Ing. Civil Yuly Herrera y demás catedráticos que durante la etapa universitaria impartieron sus conocimientos a favor de mi formación profesional.

A mi Tutor MsC. Ing. Civil Josué Rodríguez que con su cooperación y buena voluntad nos guio hasta lograr conseguir nuestros objetivos trazados.

Eddy Fernando Diaz Villacreses.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios nuestro Señor por haberme guiado por el buen camino, llenarme de salud, estar conmigo en los momentos más difíciles y todo este largo tiempo para poder así alcanzar otra importante meta en mi vida.

Darte las gracias mi Dios es poco e incomparable por lo que haces por cada uno de nosotros, ahora me doy la oportunidad de expresar mi más sincero agradecimiento hacia ti, porque sin ti y sin tu gran amor no lo habría logrado.

Me llena de mucha satisfacción y gozo al saber que tengo a mis padres junto a mí, que siempre me han apoyado en todo incondicionalmente, les agradezco desde el fondo de mi corazón por el gran amor que me han sabido demostrar, por sus consejos y que a pesar de mis errores y defectos siempre estuvieron ahí, gracias padres amados.

Agradezco a mis dos hermanas, ya que sin duda alguna han sido parte muy importante de este logro, tengo la certeza que seguirán los mismos pasos, que sepan que estaré para apoyarlas siempre.

Agradezco al Msc. Ing. Fausto Cabrera Montes y a la Msc. Ing. Yuly Herrera por su gran aporte académico y profesional durante todo este lapso de tiempo y demás profesores.

A mi tutor el Msc. Ing. Josué Rodríguez por todo su apoyo y sus conocimientos brindados día a día, le estoy muy agradecido.

Iván Stefano Carrera Flores.

CERTIFICACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 29 de Abril del 2016

Nosotros, Iván Stefano Carrera Flores y Eddy Fernando Díaz Villacreses declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo nos corresponde totalmente y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que el mismo se declara, como producto de la investigación que ha realizado.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de la Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

Iván Stefano Carrera Flores

Eddy Fernando Díaz Villacreses

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, 29 de Abril del 2016

Certifico que el proyecto de investigación titulado **“Optimizar la recolección y evacuación de las aguas residuales del recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito de la provincia del Guayas, mediante un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando material de PVC con el fin de garantizar el mayor tiempo de durabilidad y menor costo.”**, ha sido elaborado por Iván Stefano Carrera Flores y Eddy Fernando Díaz Villacreses, bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.

MsC. Ing. Civil Josué Rodríguez Santos.

I.- RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio de Investigación, tiene como objetivo central **“Optimizar la recolección y evacuación de las aguas residuales del recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito de la provincia del Guayas, mediante un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando material de PVC con el fin de garantizar el mayor tiempo de durabilidad y menor costo.”** el mismo que finaliza con la entrega del estudio y diseño de los sistema de alcantarillado en su totalidad. El cual permitirá que el recinto San Francisco Cuento con un apropiado sistema de alcantarillado. Este tema de investigación nos brindó un significativo aporte hacia nuestras expectativas dentro de la rama de la ingeniería civil.

Este proyecto solucionara los problemas de insalubridad que en los actuales momentos sufre la comunidad, es por tal motivo que este estudio y diseño está enfocado en reducir la contaminación a los afluentes existentes manteniendo una adecuado direccionamiento y tratamiento de las aguas residuales.

Para el Proyecto se utilizaron las normas del código de construcción CPE INEN 005 con todo sus numerales, en la cual nos permitió realizar un correcto diseño bajos los parámetros establecidos por la ley vigente.

El desarrollo de este Proyecto aporta no solo con el incentivo y desarrollo Teórico – Práctico de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, sino además con la formación de profesionales más consolidados con el uso de la tecnología en el área de la Ingeniería Civil, la misma que se pone a disposición de las Autoridades de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CONTENIDO

CAPITULO 1: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	15
TEMA.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1 Objetivo General.....	16
1.4.2 Objetivos específicos	17
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6 DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7 HIPÓTESIS	19
CAPITULO 2:	20
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	20
2.1.1 Antecedentes de la investigación	20
MARCO CONCEPTUAL	21
2.2.1 Descripción General de la Zona	21
Situación Socioeconómica	23
Económica	23
Educación	25
Salud.....	25
Obras de Infraestructura	26
Zona de Investigación	26
Hidrología.....	26
Climatología	27
Topografía	28
Alcantarillado	31
Tipos de alcantarillado	32
Sistemas Convencionales	32
Sistema de Alcantarillado Combinado.....	33
Sistema de Alcantarillado Separado	33
b.1 Alcantarillado Sanitario	34
b.2 Alcantarillado Pluvial	34

Sistemas no convencionales.....	34
Alcantarillado simplificado.....	34
Alcantarillado sin arrastre de solidos	35
Alcantarillado Condominal.....	36
Selección y Análisis del Sistema a Utilizar	37
Componentes de una red de alcantarillado sanitario	38
Conexiones domiciliarias	38
Cajas domiciliarias.....	39
Colectores terciarios.....	39
Colectores secundarios	39
Colectores principales	39
Cámaras de inspección.....	39
Estaciones de bombeo	42
Líneas de impulsión	43
Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).....	43
Vertido final de las aguas tratadas	43
Componentes de una red de alcantarillado pluvial	43
Cunetas	43
Bocas de tormenta (imbornales o tragantes).....	44
Colectores secundarios.....	44
Colectores principales	44
Pozos de inspección (de registro, cámaras de inspección)	44
Arcas de expansión o pozos de tormentas	44
Vertido final de las aguas de lluvia	44
Aguas residuales	45
Pendientes Transversales.....	46
Control de inundaciones	46
Sistema In Situ	46
Sistema de alcantarillado pluvial.....	46
Aspectos de Hidrología	47
2.3 MARCO METODOLÓGICO	49
2.3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
2.3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	49

2.3.3	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	50
2.3.3.1.	Regionalización del sistema	51
2.3.3.2.	Definición de las estructuras del sistema.....	51
2.3.3.3.	Ubicación de estructuras de descargas	51
2.3.3.4.	Posibilidades de reusó	52
2.3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	52
2.3.4.1	Población.....	52
2.3.4.2	Muestra	52
2.3.4.3	Parámetros de diseño	66
3.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	76
3.1	Criterios de diseño	76
3.1.1.	Diámetro.....	76
3.2.2.	Velocidad	77
3.2.3.	Profundidad y ubicación de las tuberías.....	78
3.2.4.	Pendiente	79
3.2.5	Pozos de revisión y Pozos de saltos	79
3.2.6.	Rugosidad	81
3.2.7.	Material de la tubería.....	82
3.2.8	Aspectos básicos a considerar	82
3.3.	Determinación del caudal de diseño	83
3.3.1.	Dotación de agua potable	84
3.3.1.1	Aportación por consumo de agua potable	84
3.3.2.	Factor de Mayoración	84
3.3.3.	Aportación por aguas de infiltración	85
3.3.4.	Aportación por aguas ilícitas	86
3.4.	Descarga.....	86
4.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	88
4.1.	Generalidades	88
4.2.	Reúso del agua proveniente del alcantarillado pluvial.....	88
4.3.	Criterios de Diseño	89
4.3.1.	Hidrología	89
4.3.2.	Diámetro	90
4.3.3.	Velocidad	90
4.3.4.	Profundidad y ubicación de las tuberías	91

4.3.5 Pendiente	92
4.3.6 Material de la tubería	93
4.3.7 Cámaras de inspección y cámaras de salto	93
4.3.8 Rugosidad	94
4.3.9. Cunetas y Sumideros	94
4.4. Determinación del Caudal de Diseño	95
4.4.1. Coeficiente de Escorrentía	96
4.4.2. Periodo de retorno	98
4.4.3. Intensidad de precipitación.....	99
4.4.4. Duración de la lluvia	100
4.5. Descarga.....	101
5. Estudio previo de la planta de tratamiento	103
5.1. Generalidades.....	103
5.2. Aguas Residuales Urbanas	103
5.2.1. Definición	103
5.2.2. Características de las aguas residuales	104
5.2.3. Características Físicos – Químicas.....	104
5.3. CONDICIONES DE DISEÑO PARA LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES	107
5.3.1. Periodo de diseño.....	107
5.3.2. Caudal de diseño.....	107
5.3.3. Caracterización del agua residual	108
5.3.4. Límites permisibles de descarga a un cuerpo receptor o también llamados fuentes de aguas dulces para el consumo humano y uso doméstico.....	109
5.4. Propuesta y selección del sistema de depuración.....	111
5.4.1. Criterios de selección	112
4.4.2 Unidades de tratamiento	116
4.4.2.1 Pretratamiento	117
4.4.2.2. Tratamiento primario.....	118
4.4.2.3. Tratamiento secundario	119
4.4.3. Lechos de secado.....	120
4.4.4. Componente químico para la desinfección total	120
6. Estudio de Impacto Ambiental	123
6.1. Marco Legal	123

6.2. Descripción del proyecto	124
6.3. Caracterización del área de influencia.....	125
6.3.1. Medio Físico.....	125
6.3.2. Medio Biótico	126
6.4. Acciones y factores ambientales que afectan en la construcción del proyecto	126
.6. Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales.	132
A continuación, los autores presentarán un manejo de impacto ambiental, el cual establecerá las diferentes acciones que se requieren y se adecúen de mejor manera para prevenir, mitigar, controlar y corregir los efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo de la construcción, funcionamiento y mantenimiento del sistema de alcantarillado y de la planta depuradora, los cuales ya fueron identificados en el capítulo anterior	
	137
6.7. Medidas de Mitigación	137
6.7.1. Durante la construcción	137
6.7.2. Durante la etapa de operación y mantenimiento	137
6.8. Comparación Ambiental De Las Alternativas	138
6.8.1. Alternativa sin proyecto:.....	138
6.8.2. Alternativa con proyecto a ejecutar:.....	138
7. Manual De Operación Y Mantenimiento	141
7.1. Operación Y Mantenimiento De Los Sistemas De Alcantarillado Sanitario y Pluvial.....	141
7.2. Mantenimiento.....	141
7.3. Medidas correctivas.....	143
7.4. Seguridad del personal correspondiente al mantenimiento y operación.....	144
7.5. Operación y mantenimiento de la estación depuradora de aguas residuales	144
7.5.1. Generalidades	144
7.5.2. Calibración de equipos.....	145
7.5.3. Unidades de pre tratamiento	145
7.5.4. Unidad de tratamiento primario	147
7.5.5. Lechado de secado	150
7.5.6. Seguridad del personal de operación y mantenimiento.....	151
8. Presupuesto	153
8.1. Presupuesto total de construcción	153

8.2. Análisis de precios unitarios	153
9. Conclusiones y Recomendaciones	159
9.1. Conclusiones.....	159
9.2. Recomendaciones.....	159
GLOSARIOS DE TÉRMINOS.....	161
CALCULO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	181

CAPITULO 1: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

TEMA

“Optimizar la recolección y evacuación de las aguas residuales del recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito de la provincia del Guayas, mediante un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando material de PVC con el fin de garantizar el mayor tiempo de durabilidad y menor costo.”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El recinto San Francisco cuenta con alrededor de 680 habitantes, nuestra investigación será un aporte importante para el saneamiento adecuado del recinto, ya que actualmente no cuenta con una evacuación adecuada de las aguas residuales ni de las aguas lluvias.

La falta de servicio de alcantarillado en el recinto hace que los pobladores tomen medidas urgentes para la evacuación de estas aguas residuales utilizando en sus viviendas sistemas inapropiados tales como; pozos sépticos y pozos ciegos, que estos a su vez descargan directamente a las vertientes naturales que se encuentran alrededor del recinto, emitiendo malos olores y aumentando el foco infeccioso para los habitantes.

Esto a su vez es producto de la carencia de recursos económicos de los habitantes por lo que se han previsto vivir de tal manera poniendo en riesgo su salud, viviendo en precarias condiciones.

Por tal motivo, nos hemos propuesto diseñar redes de alcantarillado sanitario y pluvial, preocupándonos por los problemas debido a la falta de estas redes de alcantarillado para solucionar la insalubridad y contaminación del recinto San Francisco.

Esta propuesta está fundamentada técnica y profesionalmente, se utilizará material de PVC a fin de garantizar una obra civil con una buena calidad,

seguridad y durabilidad “reduciendo los costos operacionales” para beneficio de los pobladores.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera influye en el recinto San Francisco la creación de un sistema adecuado de alcantarillado de aguas servidas y aguas lluvias?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las principales necesidades que existen en el recinto San Francisco al carecer de un adecuado sistema de alcantarillado de aguas lluvias y aguas servidas?

¿Cuáles serían los mayores niveles de inundación del recinto San Francisco al momento de la llegada de algún fenómeno climático y no contar con una eficiente evacuación de estas aguas?

¿Qué impacto ambiental tendrá la implementación del diseño de alcantarillado sanitario y pluvial?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial del recinto San Francisco, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y ambientales.

1.4.2 Objetivos específicos

Dar a conocer la importancia de una correcta canalización de las aguas servidas y aguas lluvias.

Recopilar información ambiental, hidrológica y climatológica de la zona donde está ubicado el recinto San Francisco.

Dimensionar los diferentes elementos sanitarios, tomando en cuenta criterios técnicos y económicos para el desarrollo del proyecto.

Mejorar las condiciones ambientales en que se encuentra el recinto San Francisco, evitando descargas de aguas negras a las vertientes naturales.

Contribuir al área económica del recinto, brindando plazas de trabajos durante la ejecución de la obra.

Impulsar a nuevos proyectos urbanísticos para el recinto, tales como; el adoquinamiento a colores de las diversas peatonales y construcciones de malecones.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La falta de servicios básicos es un problema constante en el Ecuador. La atención en las áreas rurales en cuanto a los sistemas tanto de aguas lluvias y servidas son alarmantes. El déficit de cobertura de los servicios de infraestructura sanitaria en el Cantón de Naranjito es muy elevado tanto así que en el sistema de agua potable de la zona urbana es el 21,7%, y en la zona rural es del 60% y en el sistema sanitario de la zona urbana es del 40 % y zona rural del 62 %.

La ingeniería civil a través de sus campos en los que se desarrolla, cumple un aporte importante en la sociedad, en la cual podemos resolver necesidades

sociales de manera rápida, segura y con responsabilidad al realizar el tratamiento de las aguas residuales.

En el recinto de San Francisco su población va en aumento, provocando que los sistemas de saneamiento sean prácticamente inexistentes.

Este recinto se enfrenta ante el problema de un alcantarillado precario, en donde los medios actuales de recolección de desechos están conformados por letrinas domiciliarias, tanques sépticos y descargas directos al efluente del río, situación que compromete a problemas ambientales e infecciones a los grupos más vulnerables de la población en especial los infantes y adultos mayores.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como propósito plantear las diferentes actividades a desarrollarse, entre las cuales están consideradas los trabajos de campo y de gabinete, proporcionando así información técnica y detallada, para buscar la solución más económica y factible para implicar todos los aspectos relacionados con la recolección y conducción de las aguas servidas y aguas lluvias, solucionando de forma definitiva y eficiente los problemas de salubridad que conllevan a graves problemas higiénicos.

Se consideró el análisis técnico, económico, financiero y de menor impacto ambiental para tomar acciones de mitigación en lo posible acciones negativas que pudieran ocasionar la realización del proyecto.

1.6 DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Área general: Ciencias de la Tierra

Objeto de investigación: Sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

Campo de Acción: Ambiental e hidráulica.

LIMITES DE LA INVESTIGACIÓN

Ubicación: Recinto San Francisco, cantón Naranjito, Provincia del Guayas.

Límites y Coordenadas:

Al norte: Rio Milagro,

Al este: En el curso del rio Miagro en las coordenadas 02°08´11.0" de latitud sur y 079°20´22.5" de longitud occidental, siguiendo en dirección sur hasta el puente sector 4 esquinas de coordenadas 02°09´34.5" de longitud sur y 079°20´42.3" de longitud occidental.

Al sur y Oeste, se encuentra el estero el Hediondo desde el puente sector 4 esquinas hasta su confluencia en el rio Milagro en las coordenadas 02°07´51.022" de longitud sur y 079°22´06.9" de longitud occidental.

Localización:

Se encuentra a 5 kilómetros del Cantón Naranjito.

Tiempo: Año 2014-2015

1.7 HIPÓTESIS

El desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial permitirá a los pobladores contar con un sistema apropiado de alcantarillado y así poder elevar la calidad de vida de la comunidad, cumpliendo así uno de los más elementales objetivos que nos hemos trazado en este proyecto.

Variable independiente: Diseñar el alcantarillado sanitario y pluvial.

Variable dependiente: Mejorar la salubridad de la población del Recinto.

CAPITULO 2:

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1 Antecedentes de la investigación

La ingeniería ha progresado de la mano de la civilización, es más podríamos definir que la historia de la civilización es la de la ingeniería.

Rudgley, Richard (1999), atribuyó que la civilización empieza a aparecer en el momento que se establece un sistema de vida factible, es decir, una relación apropiada entre el hombre y la naturaleza, de acuerdo con las características de una región determinada.

Las estructuras hidráulicas, son obras en donde el elemento dominante es el agua, éstas se construyen para controlar el agua, con el fin del aprovechamiento o defensa de la misma.

El avance de un país, implica varios aspectos económicos, sociales, educativos, de infraestructura, entre otros. La sociedad necesita el planeamiento de servicios básicos de acueductos, alcantarillados, disposición de basuras, aseo, teléfono, electrificación, etc.

La presente tesis basada en mejorar el bienestar de los habitantes del recinto San Francisco y mejorar las necesidades básicas, principalmente de la recolección y evacuación de aguas residuales y aguas lluvias, plantea desarrollar un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

Las primeras referencias del alcantarillado más antiguo es el que se construyó en la India, alrededor del 3750 AC.

Alrededor del año 1850, en Roma existió un tipo de desagüe para transportar las aguas lluvias en cloacas combinadas que transportaban a la vez las escorrentías de aguas lluvias y los residuos procedentes de las casas habitadas.

En 1775 se implantaron los primeros recipientes de inodoro en Inglaterra. Esta situación provocó que muchos países empezaran a considerar la necesidad de tratamiento de aguas residuales antes de evacuarlas y ayudó al desarrollo de muchos países en el tema de obras hidráulicas, específicamente de alcantarillados.

Para poder desarrollar este proyecto, se aconseja realizar estudios previos a su diseño, que permitirán caracterizar la zona desde un ámbito físico y socioeconómico, conocer los sistemas existentes de abastecimiento de agua potable, esto contribuirá a seleccionar la alternativa más adecuada y factible en términos: técnicos, económicos, financieros y de menor impacto ambiental. (Tchobanoglous, 1985)

MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Descripción General de la Zona

El recinto San Francisco, pertenece al cantón Naranjito, tiene su origen en los terrenos de la ex hacienda Rocafuerte el señor Fausto Moscoso, ubicada a 5 km de la ciudad de Naranjito. Está asentada a 160 m.s.n.m., su temperatura promedio es de 25°C y su precipitación promedio anual es de 1360 mm.

Inicialmente el Recinto San Francisco se lo identificaba como sector "El Toro", pero en un acuerdo con los moradores del sector y la profesora Adela Ordoñez se decidió cambiar el nombre de la jurisdicción por el de "San Francisco", en honor a una imagen traída desde la ciudad de Ambato anterior al año de 1965: puesto que en el documento de Fiscalización de la escuela "Rio Amazonas, menciona la ubicación de la escuela en el Recinto San Francisco.

Actividades que se realizan en la zona:

Agrícolas

Ganaderas

Artesanales

Servicios básicos con los que cuenta el recinto:

Luz

Agua

Teléfono

Comercio:

El centro poblado tiene compraventa de cacao, abarrotes, farmacias, comedores.

Características geográficas

Relieve:

Llano

Corrientes principales:

Río Milagro

Río Chague

Río Amazonas

Esteros El toro

Esteros Milagro

Esteros El Hediondo



Figura # 1. Ubicación Recinto San Francisco. Fuente: www.cartografias.com

Situación Socioeconómica

Económica

La principal fuente de producción de la zona, en un 56% lo constituyen cultivos de café, cacao, caña de azúcar, piñas, banano entre otros, etc. Existen industrias dedicadas a la fabricación de los derivados de estos cultivos. En este cantón se destaca mucho la agricultura y la ganadería. Pero tampoco deja de lado las actividades de campo artesanal ya que aquí habitan reconocidos ebanistas que se destacan por la construcción de camas, sillas, guardarpapas, y otros artículos en finas maderas.



Figura # 2. Plantaciones de caña de azúcar. Fuente: Autores



Figura # 3. Cacao procedente de la agricultura propia del sitio. Fuente: Autores



Figura # 4. Productos procedentes del cultivo dentro de San Francisco. Fuente: Autores

Educación

La población del recinto San Francisco cuenta con varios centros educativos, uno de los más principales es la escuela- colegio "Rio Amazonas" mejorar los sistemas existentes de evacuación de las aguas residuales y pluviales, contribuirá a seleccionar la alternativa más adecuada y factible en términos: técnicos, económicos y de menor impacto ambiental para beneficio de los centros educativos.



Figura # 5. Escuela y Colegio "Rio Amazonas". Fuente: Autores

Salud

Los habitantes de la zona cuentan con un dispensario médico del IESS, ubicado en el centro del cantón Naranjito.

Además los pobladores cuentan con Brigadas de Salud Pública en donde se promueve la prevención de enfermedades comunes, logrando mejorar de alguna forma las condiciones físicas de las familias.

Obras de Infraestructura

La infraestructura del recinto San Francisco ha quedado incompleta, ya que por lo general las autoridades se han concentrado en el desarrollo y crecimiento de la población en la zona céntrica, dejando abandonados ciertos recintos; sin embargo en el recinto San Francisco se han desarrollado proyectos de empedrados, aceras, bordillos y más.

Actualmente se encuentra ejecutada la vía principal que pertenece al recinto San Francisco conformada por un pavimento flexible, el mismo que se extiende 2 kilómetros de longitud entre Naranjito y Bucay, el resto de vías de acceso son caminos empedrados y lastrados con una longitud aproximada de 12 kilómetros.

En este sector, urge priorizar, estudiar y desplegar obras futuras, ya que urge el desarrollo de proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial. Para así contrarrestar los malos olores y el foco infeccioso para los habitantes, que se generan por la falta de este proyecto.

Zona de Investigación

Hidrología

El recinto San Francisco, ubicado en el cantón Naranjito se encuentra bañado por algunos ríos que son: el río Milagro, Chimbo, los Amarillos, Chilintomo, Chague; así como los esteros: el Chorrón, Anapollo, Toro, Atascazo, San Antonio, el Hediondo y Papayal. El cantón es rico en fuentes de aguas subterráneas y esteros que cruzan por la zona urbana.



Figura # 6. Estero "El Toro". Fuente: Autores

El descuido de los habitantes hace que exista un alto grado de contaminación en los ríos; encontrando incluso varios desperdicios sólidos, plásticos, restos de animales muertos; entre otros.

Climatología

El clima del recinto San Francisco, ubicado en el cantón Naranjito es cálido y húmedo.

La formación ecológica predominante de temperaturas conocida como bosque húmedo tropical cuyas características climáticas son la presencia de temperaturas medias anuales de 26.3 °C pluviosidad media anual de 2000mm .y altitudes que oscilan entre 80 y 100 mts (s n s). Normalmente hay dos estaciones marcadas, invierno de enero –abril- y verano de julio – diciembre.

Sus bosques son ricos en maderas entre los que pueden citar: guayacán, laurel, Fernán Sánchez, amarillo, palo de balsa, jitaro, palo prieto, pechiche, guachapelí, cabo de hacha, guarumo, caña guadua, jaboncillo, guaba de bejuco, niguito, palo de leche, teca, amarillo, cedro, manglillo, caña fístola, azafrán, guachapelí, entre otros más.

El cantón al igual que otros sectores del país también padece el problema de deforestación, de tal manera que en los últimos años desde el 2000- 2006 el agro naranjiteño ha padecido la tala del bosque maderable a tal punto, que más de una veintena de plantas nativas del sector han desaparecido.

La deforestación no solo comprende acabar con los árboles; si no que elimina su fuente de materia prima (abono natural) cuyo resultado es la alteración del suelo forestal, cambio brusco de la fisonomía de la vegetación, variación del clima, eliminación de las vertientes de agua.

Ante las condiciones manifestadas se predice que en pocos años variará el clima, naturaleza del suelo, merma notable del agua dulce.

La fumigación de los sembríos con elementos químicos incide en la variación del clima, y contribuye a la contaminación de los esteros, ríos y Ciénegas, situación que pone en peligro de extinción de las especies acuáticas

Los vientos son moderados en la zona con una velocidad de 0.2 mts/seg, es decir casi imperceptible, en cuanto a la dirección son cambiantes habiendo registrado un promedio de vientos en la dirección Suroeste-Noreste.

Topografía

Para la ejecución de toda obra es muy importante tener una herramienta indispensable y primordial, un levantamiento topográfico del terreno, el cual nos mostrará gráficamente el terreno en donde vamos a diseñar, este se constituye de un levantamiento planimétrico y un levantamiento altimétrico, ambos relacionados en escalas determinadas.

Para la elaboración del levantamiento topográfico existen muchos equipos de precisión tales como: teodolito electrónico, estación total, RTK satelital, etc., que junto a un sofisticado software nos proporcionaran los detalles de la zona levantada, una de las ventajas de utilizar estos aparatos es que dan los

resultados con un margen de error mínimo al momento de levantar el área a trabajar, también nos ahorra tiempo.



Figura # 7. Herramientas y elementos para Topografía. Fuente: Autores

Antes de realizar el levantamiento se hizo un reconocimiento general del terreno del recinto y así mismo la ubicación del BM en donde se quedará nuestro GPS estático.

El levantamiento que realizamos en el recinto San Francisco utilizamos el método con el GPS RTK (Real Time Kinematic), método por el cual nos permite tomar coordenadas en tiempo real con una precisión de 1 a 2 cm., básicamente consta de dos GPS, uno en estado estático y otro que se encuentra en movimiento, el GPS estático o estación de referencia debe de estar sobre un punto de referencia de coordenadas conocidas del sitio, así mismo se procede con el GPS en movimiento a tomar puntos de toda la zona a levantar, en este caso nuestros aparatos de marca (HEMISPHERE GPS S320), cuentan con un alcance entre los dos GPS de 3 a 4 km distancia que nos alcanzó para realizar el levantamiento en todo el recinto.

Con los datos recopilados en el municipio del Cantón Naranjito procedimos a realizar el trabajo de campo, utilizamos dos hitos de hormigón enterrados a 40

cm del terreno natural tomando como base las coordenadas proporcionadas por el municipio.



Figura # 8. Colocación de Hitos para Topografía. Fuente: Autores



Figura # 9. Topografía realizada con RTK. Fuente: Autores

El proceso que se realizó para hacer el levantamiento topográfico fue referenciar al recinto en lo que comprendía vías, aceras, bordillos, cunetas y predios estos puntos fueron tomados punto por punto con el GPS en movimiento y guardando

los datos con el GPS manual, los puntos en la vía fueron tomados cada 25 metros.



Figura # 10. Topografía realizada con RTK. Fuente: Autores

Como conclusión en nuestro estudio topográfico, se determinó que en el sector donde se encuentra asentado el Recinto San Francisco es generalmente plano.

Alcantarillado

Llamamos alcantarillado a un sistema de estructuras y tuberías que tiene como objetivo transportar las aguas lluvias y aguas servidas desde el punto en que se generan hasta una planta de tratamiento y posteriormente a un cuerpo receptor, tales como: (ríos, arroyos, mar, zanjas, canales, etc.); sin que este proceso afecte al medio ambiente y a la población cercana, además el alcantarillado se considera como un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es inferior en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto a su vez ocasiona importantes problemas sanitarios.

Tipos de alcantarillado

Sistemas Convencionales

Los sistemas de alcantarillado convencional son aquellos que se construyen para la recolección y direccionamientos tanto de las aguas servidas como de las aguas lluvias hasta los lugares de captación final.

Las tuberías se instalarán, con pendientes necesarias y óptimas para que el flujo por gravedad pueda obtener su auto limpieza desde el lugar de captación hasta el sitio de tratamiento de las aguas.

Las cajas o cámaras de inspección se instalarán entre dos tramos rectos para facilitar los mantenimientos de las redes instaladas como también se construirán cajas o cámaras de inspección cuando se produzcan cambios de ángulos o pendientes.

Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficiente para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casa más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerara un relleno mínimo de 1.2 m de alto sobre la clave tubo. Norma CPE INEN 5 PARTE 9-1 5.2.1.5.

El diámetro mínimo que deberá usarse en sistema de alcantarillado será 0.2 m para alcantarillado sanitario y 0.25 m para alcantarillado pluvial. Norma CPE INEN 5 PARTE 9-1 5.2.1.6.

Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0.1 m para sistemas sanitarios y 0.15 m para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1%. Norma CPE INEN 5 PARTE 9-1 5.2.1.7.

Los sistemas convencionales según el tipo de agua que conducen se clasifican en:

Sistema de Alcantarillado Combinado

Conocido también como sistema Unitario ya que conducen las aguas lluvias y las aguas residuales producidas por un área establecida.

La presente red de alcantarillado puede ser utilizado cuando es indispensable transportar las aguas lluvias por conductos enterrados y no se pueden emplear sistemas de drenaje superficiales, debido al tamaño de las áreas a drenar,

Es un sistema útil y económico en áreas urbanas densamente pobladas, donde los volúmenes anuales drenados de aguas residuales son mayores que los de aguas lluvias y por lo tanto su incidencia en los costos de tratamiento de efluentes es moderada ya que se requiere de una sola red.

Este sistema presenta varias inconvenientes como la variación de caudales en la tubería ya que esta tubería recibe las aguas residuales y aguas lluvias esto provocando la necesidad de la construcción de una gran planta estación depuradora lo que encarecería los costos.

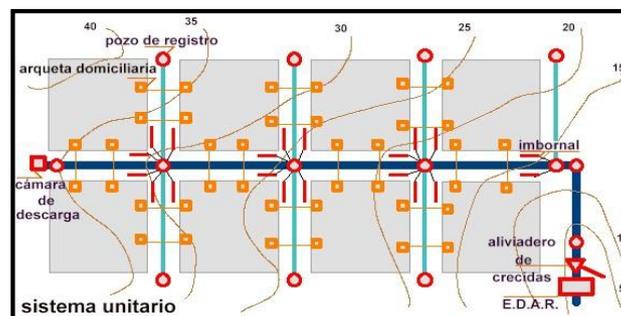


Figura # 11. Sistema de alcantarillado combinado. Fuente: www.google.com

Sistema de Alcantarillado Separado

Este sistema consiste en dos redes para su recolección y transporte independiente de los siguientes sistemas:

- a) Alcantarillado Sanitario.
- b) Alcantarillado Pluvial.

disponibilidad de mejores equipos de mantenimiento que permitan disminuir cantidad de pozos de inspección.

La aplicación de este sistema de alcantarillado es recomendado para poblaciones que tengan una densidad de población mayor a 150 hab/ha y un consumo de agua per cápita de por lo menos 60 l/hab/día.

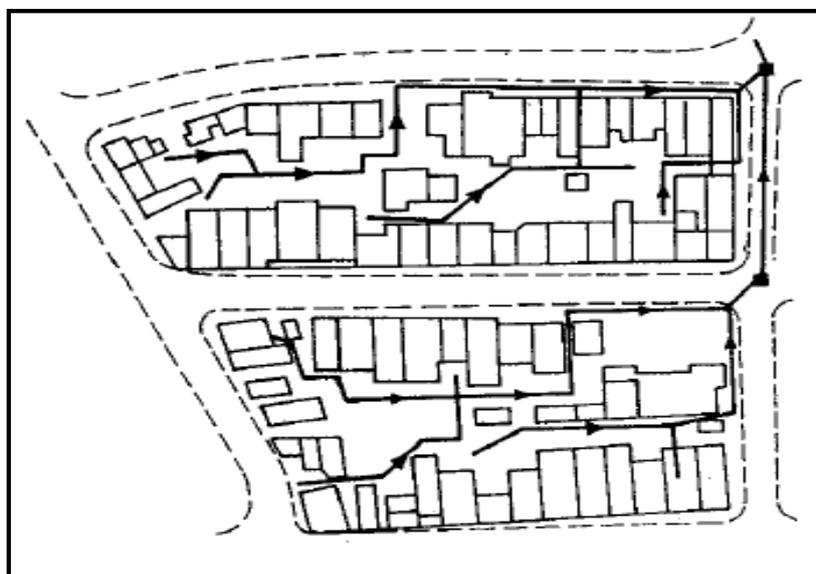


Figura # 13. Sistema de alcantarillado simplificado. Fuente:
www.google.com.

Alcantarillado sin arrastre de sólidos

Son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde éstos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundo.

El sistema sin arrastre de sólidos es recomendado para pequeñas comunas, asentamientos rurales poblados costeros, zonas periféricas y lugares de baja densidad demográfica.

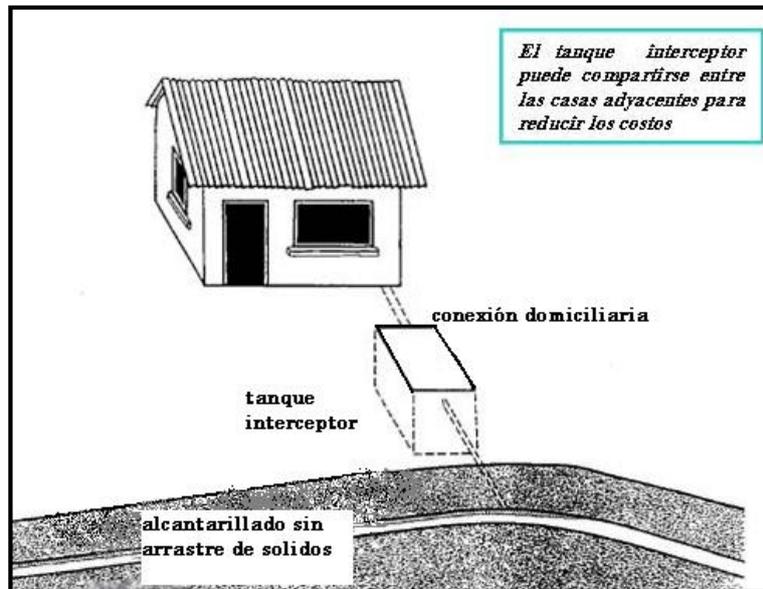


Figura # 14. Alcantarillado sin arrastre de sólidos. Fuente: www.google.com

Alcantarillado Condominal

Este sistema de alcantarillado considera a cada cuadra, manzana o bloque determinado como si se tratara de una sola construcción, por lo tanto existe una tubería llamada ramal condominal que recolecta las aguas residuales de estos conjuntos de edificaciones y son descargada a la red pública a un solo punto.

El ramal de la red condominal puede colocarse a menor profundidad y es de menor diámetro (usualmente de 100 mm), asentada en zonas protegidas como por ejemplo en los alrededores de la manzana vereda, jardines a interiores de los lotes. Así no recibirán carga vehicular y provoque el colapso de las mismas.

Al igual que el sistema simplificado el alcantarillado condominal será apropiado para zonas de alta densidad de población y donde el consumo de agua sea por lo menos 60 lts/hab/día.

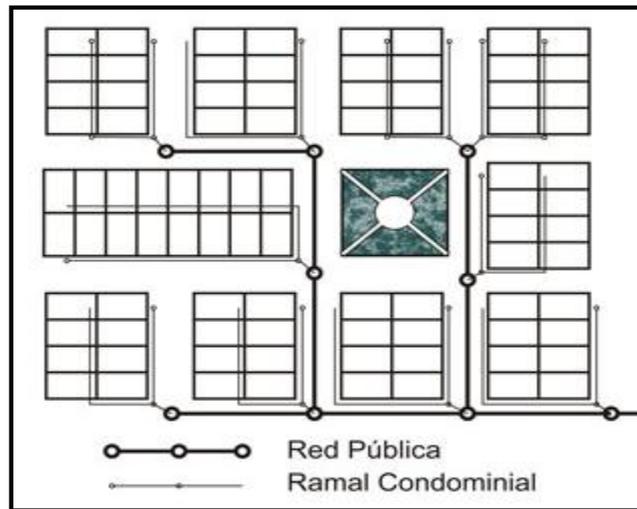


Figura # 15. Sistema de alcantarillado simplificado. Fuente:

www.google.com

Selección y Análisis del Sistema a Utilizar

Para optimizar la recolección y evacuación de las aguas residuales y aguas servidas del recinto San Francisco se usara un sistema de alcantarillado convencional ya que son los más utilizados y aceptados en nuestro medio.

El sistema de alcantarillado sanitario será por gravedad evitando las elevaciones e impulsiones ya que este incrementaría el costo del proyecto.

Las causales para seleccionar este tipo de sistema de alcantarillado Convencional en el Recinto San Francisco son las siguientes:

La población del recinto San Francisco es pequeña por ende los caudales de aguas residuales son bajos.

Las estaciones de tratamiento de aguas residuales en este tipo de sistema son económicas porque son más pequeña ya que solo depuran aguas negras.

El costo del sistema es más económico, permitiendo incorporar el alcantarillado pluvial.

Los materiales de las tuberías y accesorios a utilizar serán de Poli-Cloruro de vinilo (PVC) NOVAFORT corrugada doble pared, cuyas ventajas son:

Vida Útil.- La tubería de PVC no se afectan por la agresividad de los suelos, no permiten el ingreso de raíces, las sustancias propias que transporta el sistema de alcantarillado sanitario no las ataca y su vida útil es de 50 años.

Resistencia Química.- La tubería de PVC está fabricada de un material inerte a la acción de las sustancias químicas que presenten los efluentes.

Flexibilidad.- Soporta a las deformaciones propias del terreno como asentamientos; además tiene una excelente capacidad frente a deformaciones sin perder su hermeticidad.

Hermeticidad.- La unión de campana y espiga ofrece tanto hermeticidad como flexibilidad en las uniones de las descargas como en la cámara de inspección evitando filtraciones y posterior contaminación a los mantos acuíferos.

Instalación.- Es una tubería liviana que puede manejar fácilmente en obra, por cuadrillas pequeñas y hace innecesario el uso de equipos pesados para su manejo, colocación e instalación.

Ligereza: El peso de un tubo de P.V.C es alrededor la mitad del peso de un tubo de aluminio, y aproximadamente la quinta parte del peso de un tubo de hierro galvanizado de las mismas dimensiones.

Componentes de una red de alcantarillado sanitario

Los componentes de una red de alcantarillado sanitario son:

Conexiones domiciliare

Son tuberías y accesorios que se instalan a las cajas domiciliare el cual se encargan de transportar las aguas servidas provenientes de las viviendas y estas a su vez se conectan a la red de alcantarillado pública.

Cajas domiciliarias

Las cajas domiciliarias son elementos que sirven para dar mantenimientos a las conexiones de los sistemas de aguas servidas.

Estas cajas tienen una sección mínima de 0.60 x 0.60 m, con profundidad variable.

Colectores terciarios

Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm) de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias.

Colectores secundarios

Son tuberías con diámetro desde 200 mm que recogen las aguas del terciario y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

Colectores principales

Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

Cámaras de inspección

Las cámaras de inspección son pozos verticales que permiten el acceso hacia los colectores, para que el personal encargado realice el adecuado mantenimiento a colectores y ramales evitando así la acumulación de sedimentos y a su vez provoque elevación de niveles de las aguas residuales y aguas lluvias.

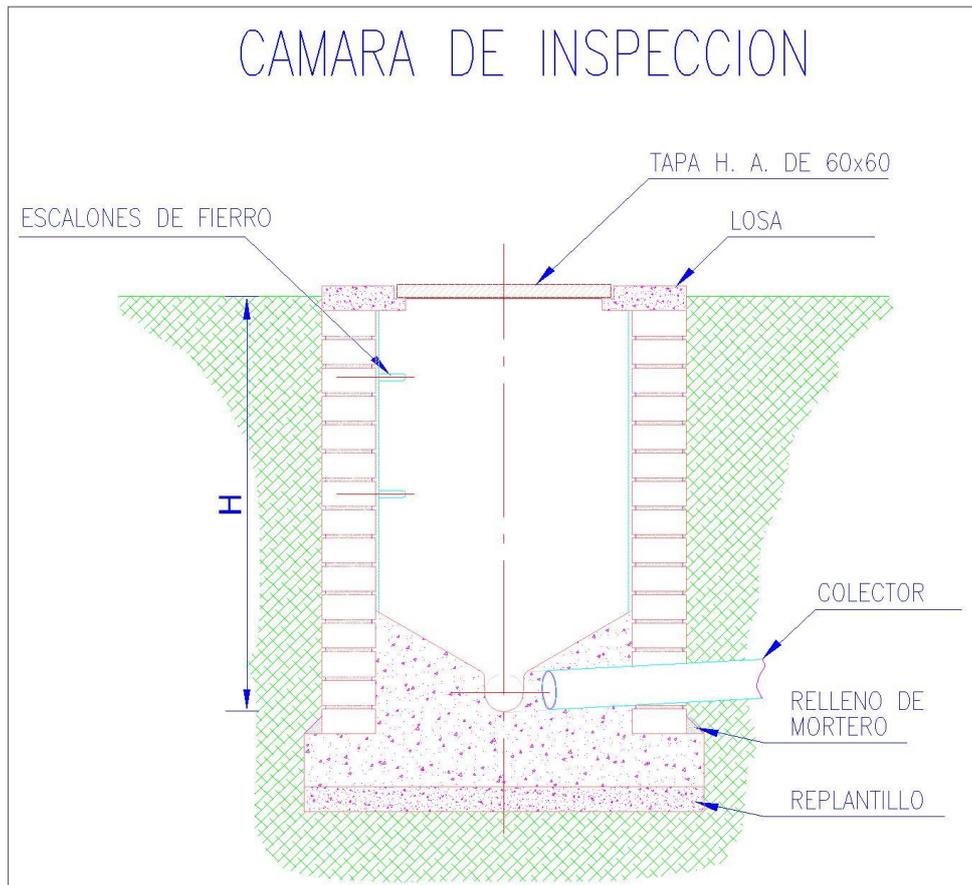


Figura # 16. Cámaras de inspección. Fuente: Autores

Las cámaras de inspección son colocadas principalmente en:

Intersecciones de colectores.

Al inicio de todo colector.

Cambios de pendientes.

Cambio de ángulos horizontales.

En tramos rectos de colectores a una distancia detallada a continuación

DIÁMETROS (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
MENORES A 350	100
400 – 800	150
MAYORES A 800	200

Tabla # 1. Distancia máxima entre cámaras de inspección. Fuente: Normas CPE

INEN 5 PARTE 9-1 5.2.3.1.

Clasificación de las Cámaras de Inspección.-

Las cámaras de inspección para alcantarillas pueden clasificarse como:

Cámara tipo	Especificaciones	Conexión a tubería (mm)	Altura de cámara desde el invert a la rasante (mm)
CAMARA TIPO 1	Cámara circular fabricada a base de hormigón armado por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico de 900 mm de diámetro interior con hormigón de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, cuerpo y losa de cimentación con hormigón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Entre 220 a 400	≤ 2500
CAMARA TIPO 2	Cámara circular fabricada a base de hormigón armado por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior con hormigón de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, cuerpo y losa de cimentación con hormigón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Entre 450 a 760	≤ 2750
CAMARA TIPO 3	Cámara fabricada a base de hormigón armado por una losa superior desmontable, un primer cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior un segundo cuerpo cuadrado de 1500 mm de lado interno y losa de cimentación cuadrada con hormigón de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, cuerpo y losa de cimentación con hormigón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Entre 33" (825 mm) y 44" (1100 mm)	≤ 3650
CAMARA TIPO 4	Cámara fabricada a base de hormigón armado por una losa superior desmontable, un primer cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior un segundo cuerpo rectangular de 1500 mm y 2500 mm de lado interno y losa de cimentación rectangular con hormigón de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ losa superior, cuerpo y losa de cimentación con hormigón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Entre 48" (1200 mm) y 66" (1650 mm)	≤ 4650
CAMARA TIPO 5	Cámara fabricada a base de hormigón armado por una losa superior desmontable, un primer cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior un segundo cuerpo rectangular de 1500 mm y 3000 mm de lado interno y losa de cimentación rectangular con hormigón de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ losa superior, cuerpo y losa de cimentación con hormigón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Entre 72" (1800 mm) y 90" (2250 mm)	≤ 4750

Tabla # 2. Clasificación de cámaras de inspección. Fuente: Normas Manual de diseño de redes de Alcantarillado de Interagua.

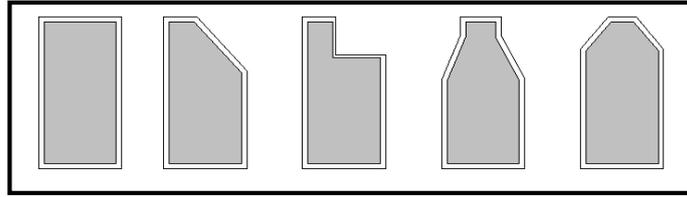


Figura # 17. Formas Típicas de Cámaras de inspección. Fuente: Elementos de Diseño para acueductos y alcantarillados.

Estaciones de bombeo

Generalmente una red de alcantarillado trabaja por gravedad o por bombeo, para que las tuberías trabajen correctamente, éstas deben tener una cierta pendiente, para garantizar que el agua obtenga una velocidad mínima y que no permita la posterior sedimentación de los materiales sólidos que son transportados.

Éste depende también del lugar en el que se desea diseñar, en lugares que cuenten con topografía plana, los colectores pueden llegar a poseer profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que dificulta su construcción y a su vez es más costoso y complicado su mantenimiento.

Al presentarse estos casos puede ser conveniente combinar en la red, estaciones de bombeo, el cual permiten elevar el agua servida a una altura próxima a la cota de la vía.

En estaciones de bombeo la velocidad del agua, en las boquillas de succión y de descarga de la bomba, esta preferentemente entre 3 m/s a 4.25 m/s. NORMA CPE INEN 5 PARTE 9-1 5.6.1.1.

La velocidad en la tubería de succión de la bomba, preferentemente deberá estar entre 1.2 m/s a 1.8 m/s. NORMA CPE INEN 5 PARTE 9-1 5.6.1.2

La velocidad en la tubería de descarga de la bomba, preferentemente deberá estar entre 1.8 m/s a 2.4 m/s. En ningún caso será menor a 0.6 m/s. NORMA CPE INEN 5 PARTE 9-1 5.6.1.3.

Líneas de impulsión

Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR)

Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.

Vertido final de las aguas tratadas

El vertido final del agua tratada puede ser:

Llevada a un río o arroyo;

Vertida al mar en proximidad de la costa;

Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa;

Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

Componentes de una red de alcantarillado pluvial

Cunetas

Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.

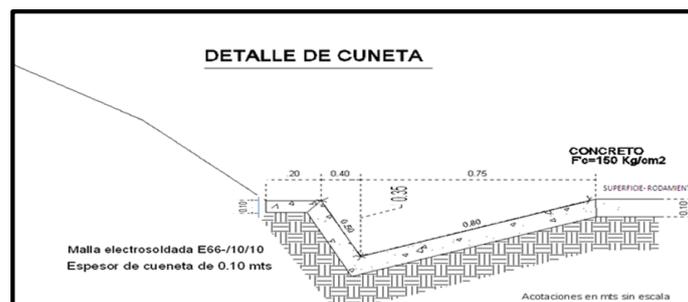


Figura # 18. Cuneta. Fuente: www.carreteras.com

Bocas de tormenta (imbornales o tragantes)

Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado.

Colectores secundarios

Son las tuberías que recogen las aguas de lluvia desde las bocas de tormenta (imbornales o tragantes) y las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, bajo las vías públicas.

Colectores principales

Son tuberías de gran diámetro, conductos de sección rectangular o canales abiertos, situados generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

Pozos de inspección (de registro, cámaras de inspección)

Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

Arcas de expansión o pozos de tormentas

Estas estructuras se utilizan en ciertos casos, donde es necesario laminar las avenidas producidas, generalmente, por grandes tormentas, allí donde no son raras.

Vertido final de las aguas de lluvia

Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares.

Aguas residuales

Se denomina como tal, aquellos líquidos procedentes de las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales:

Origen

Tienen un origen doméstico, industrial y subterráneo, son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos reciben antes de su descarga. Una acería, por ejemplo, puede descargar entre 5.700 y 151.000 litros por tonelada de acero fabricado. Si se practica el reciclado, se necesita menos agua.

Transporte

Las aguas residuales son transportadas desde su punto de origen hasta las instalaciones depuradoras a través de tuberías, generalmente clasificadas según el tipo de agua residual que circule por ellas.

Las instalaciones domésticas suelen conectarse mediante tuberías de hierro dúctil o material de PVC. El tendido de alcantarillado, con tuberías maestras de mayor diámetro, puede estar situado a lo largo de la calle a unos 1,8 m o más de profundidad.

Un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para los residuos domésticos es la fosa séptica: una fosa de cemento, bloques de ladrillo en la que sedimentan los sólidos y asciende la materia flotante. El líquido aclarado en parte fluye por una salida sumergida hasta zanjas subterráneas llenas de rocas a través de las cuales puede fluir y filtrarse en la tierra, donde se oxida aeróbicamente.

La materia flotante y los sólidos depositados pueden conservarse entre seis meses y varios años, durante los cuales se descomponen anaeróbicamente.

Pendientes Transversales

Inclinación que se les da a las vialidades hacia sus costados para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia hacia las cunetas y estructuras de captación.

Control de inundaciones

Llamamos control de inundaciones a toda obra o trabajo que tengan por objetivo evitar inundaciones en una zona, las inundaciones pueden ser causadas por el desbordamiento de ríos, lagos, lagunas, el cual se produce por el exceso de lluvias o cuando se originan grandes tormentas.

Para nosotros prevenir estas inundaciones las controlamos mediante un adecuado diseño de red de alcantarillado pluvial.

Sistema In Situ

Sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego. Sistemas de muy bajo costo. Apropriados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. Sistemas transitorios a sistemas no convencionales o convencionales de recolección, transporte y disposición.

Sistema de alcantarillado pluvial

Aquel cuando las condiciones propias de drenaje de la localidad requieran una solución a la evacuación de la escorrentía pluvial. No es necesario cuando: La evacuación de la escorrentía pluvial podría lograrse satisfactoriamente a través de las cunetas de las calles. Abarcan la totalidad de la población o solamente los sectores con problemas de inundaciones.

Aspectos de Hidrología

La hidrología es una rama de la hidráulica que se encarga del estudio de circulación y distribución del agua que se encuentra en la superficie terrestre y así mismo su interacción con el ecosistema.

Cuenca

Llamamos “Cuenca” a un área predeterminada de terreno en donde el agua de lluvia cae y no se infiltra sino que es llevada hacia una cuenca, además dentro de la cuenca existe una corriente principal.



Figura # 19. Cuenca Hidrográfica. Fuente: www.google.com

Drenaje

Es una forma de evacuación del agua, utilizando toda estructura sea esta natural o artificial, facilitando así el escurrimiento de las aguas, evitando inundación en una zona específica.

Drenaje natural

Aquellas que son conformadas naturalmente por corrientes superficiales y subterráneas.

Drenaje artificial

Aquellas formadas por la mano del hombre.

Ciclo Hidrológico

Es el proceso por el cual pasa el agua durante su transporte continuo entre los océanos, atmosfera, y la tierra.

Precipitación

Proceso en el cual cae el agua en forma de lluvia hacia la tierra, nieve o granizo, su medición se la realiza con aparatos como: pluviómetros y pluviógrafos, para diseños de alcantarillado pluvial de alguna zona, es mejor tener en cuenta los registros de precipitación de años atrás, para un óptimo diseño.

Intensidad de lluvia y duración

La intensidad es la altura de lluvia que se acumula por una unidad de tiempo.

La duración es el tiempo en el intervalo de tiempo respecto a la intensidad.

2.3 MARCO METODOLÓGICO

2.3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La metodología empleada para el diseño de este sistema de alcantarillado responde a la normativa de las guías técnicas.

Según Hernández (2006), los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurando el proceso. En una investigación cuantitativa se pretende explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos.

Para el análisis diagnóstico de la investigación utilizamos métodos de: observación, entrevista y encuesta; métodos teóricos: inductivo-deductivo, análisis y síntesis: estudio de cada una de las áreas intervinientes; método de análisis – síntesis: novedades encontradas durante el análisis de la documentación.

Los métodos escogidos son los que más se apegan a la investigación y a los instrumentos con los que cuenta el sujeto de esta investigación.

La población y la muestra a la que se le aplicaron los instrumentos.

Optimizar la recolección y evacuación de las aguas residuales del recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito de la provincia del Guayas, mediante un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando material de PVC con el fin de garantizar el mayor tiempo de durabilidad y menor costo.

2.3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se enfocará en la recopilación de todos los estudios básicos ya existentes, realizados por diferentes Instituciones Nacionales y/o contratadas por la Alcaldía de Naranjito. Se realizará un Estudio Socio-Económico en el recinto

San Francisco y el levantamiento topográfico (Altimétrico-Planimétrico) para la representación gráfica.

Así también se realizará la distribución de lotes por tramos de tuberías, el cálculo de los caudales de diseño, cálculo hidráulico y topográfico así como la elaboración de sus planos correspondientes en planta y perfil.

Se calculará y analizará la alternativa de un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando material de PVC con el fin de garantizar el mayor tiempo de durabilidad y menor costo, elaborando sus respectivos planos, manuales de operación y mantenimiento para la selección del sistema más conveniente, acorde con las características ambientales y socioeconómicas de la ciudad.

Se analizarán los costos de la obra así como los impactos ambientales positivos y negativos que se pudieran generar en la etapa de construcción y operación del proyecto.

2.3.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación se desarrollará con la siguiente metodología:

Recopilación de información sobre el corregimiento.

Elaboración de la reseña de la localidad.

Climatología.

Descripción de la geología y de los suelos

Descripción topográfica de la zona

Descripción de los recursos hídricos

Recopilación de información para el estudio de la demanda

Realización del análisis demográfico.

Obtención de las tasas de crecimiento

Proyección de la población

Obtención del caudal máximo diario

Obtención del caudal máximo horario

Obtención del caudal de diseño

Realización de los diseños de las estructuras de conducción para la red de distribución.

Realización de los diseños de las estructuras de recolección para el alcantarillado sanitario y pluvial.

Conclusiones.

Recomendaciones.

2.3.3.1. Regionalización del sistema

Se localizará y se dividirá la localidad según las pendientes que tenga el terreno sea estas: con pendiente moderada, accidentado o terreno plano

2.3.3.2. Definición de las estructuras del sistema

Definiremos todas las estructuras que el sistema requiera, estos pueden ser:

Presas rompe picos ubicadas en las partes altas de las cuencas que aportan a la localidad.

Presas retenedoras utilizadas cuando el arrastre de sedimentos presente problemas en su desalojo.

Tanques de tormenta indispensables en los cambios de pendientes el cual significan mucho en el proceso de drenaje.

2.3.3.3. Ubicación de estructuras de descargas

Estas estructuras deberán estar por arriba de los niveles que tome el agua en condiciones extremas en donde se viertan las aguas.

2.3.3.4. Posibilidades de reusó

Se deberá pensar en el crecimiento de la población local y así mismo el crecimiento industrial y agrícola de la zona, por lo que el reusó de las aguas pluviales de forma técnica y sanitaria es una forma indispensable de ahorrar agua potable por la demanda futura y prevenir escases de la misma.

2.3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.4.1 Población

Para Levin & Rubin (1996): "Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones".

Cadenas (1974) nos dice: "Una población es un conjunto de elementos que presentan una característica común". En una investigación estadística y social, el tamaño de la población es de gran importancia.

Si la población a investigar, es muy grande, se recurre a una muestra estadística.

2.3.4.2 Muestra

La muestra se refiere a la representación característica de una población.

Murria R. Spiegel (1991), nos dice: "Se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla".

Cadenas (1974), comenta que: "Una muestra debe ser definida en base de la población determinada, y las conclusiones que se obtengan de dicha muestra solo podrán referirse a la población en referencia"

Para la elección de la muestra, utilizamos la fórmula: $n = m / c^2 (m-1) + 1$; en donde: n (representa el tamaño de la muestra); m (representa la población) y c

(es el error admisible, que en este caso es 0,05). Esta fórmula fue reemplazada con los datos obtenidos en este proyecto.

Encuesta dirigida a los habitantes del recinto San Francisco perteneciente al Cantón Naranjito de la Provincia del Guayas

Tema de trabajo de grado: “Optimizar la recolección y evacuación de las aguas residuales del recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito de la provincia del Guayas, mediante un adecuado diseño de sistema de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando material de PVC con el fin de garantizar el mayor tiempo de durabilidad y menor costo.”

Sexo: M F

Edad: _____.

1. ¿Qué tipo de vivienda posee?

Madera Caña Mixta Hormigón Armado

2. ¿Estaría usted de acuerdo que el recinto San Francisco cuente con un adecuado sistema de red de alcantarillado?

De acuerdo Indiferente En desacuerdo

3. ¿Cree usted que las aguas residuales sean tratadas antes de ser vertidas a un cauce natural?

De acuerdo Indiferente En desacuerdo

4. ¿Está de acuerdo que con la implementación de los sistemas de alcantarillado se reduciría el daño ambiental?

De acuerdo Indiferente En desacuerdo

5. **¿Cree usted que con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial mejorarían las condiciones de vida del sector?**

De acuerdo Indiferente En desacuerdo

6. **¿Tiene conocimiento sobre los riesgos de contraer enfermedades sanitarias al vivir en un sector que carece de servicios de alcantarillado?**

Sí No Desconozco

7. **¿Cómo califica usted el riesgo de inundación a la llegada del temporal invernal en las condiciones actuales?**

Alto Medio Bajo

8. **Conociendo los riesgos, su permanencia en el sector se debe a :**

Factor económico Familiar cercano Desconocimiento de planes
vivienda

9. **¿Qué método utiliza usted para evacuar las aguas residuales?**

Letrinas Pozos sépticos Intemperie

10. **¿Ha sufrido de alguna afectación a su salud por falta de un óptimo sistema de alcantarillado sanitario y pluvial?**

Sí No

Presentación de Datos.

¿Qué tipo de vivienda posee?

Descripción	No.	%
Madera	3	6
Caña	2	4
Mixta	8	16
Hormigón Armado	37	74
Total	50	100



Gráfico 1. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco

Fecha: 09/01/2016

Análisis:

En cuanto a la encuesta realizada, nos indica que las viviendas del recinto en su mayoría son construidas con material de hormigón armado, en un 74% lo que nos indica el progreso del sector.

¿Estaría usted de acuerdo que el recito San Francisco cuente con un adecuado sistema de red de alcantarillado?

DESCRIPCIÓN	No.	%
De acuerdo	49	98
Indiferente	1	2
En desacuerdo	0	0

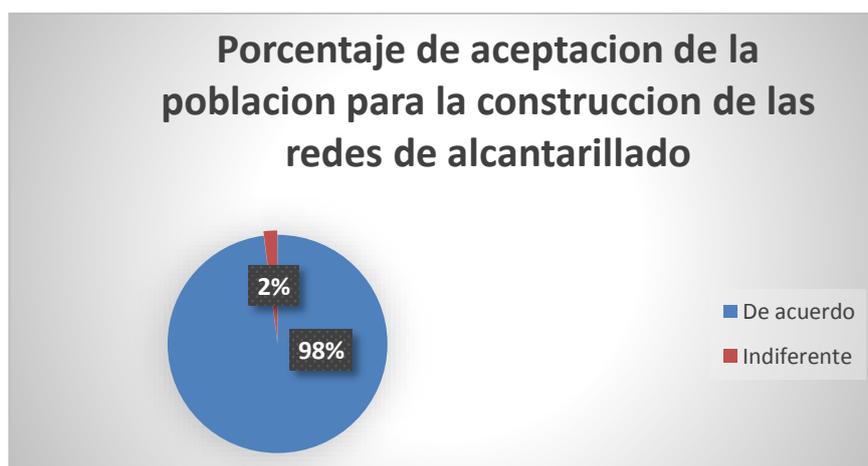


Grafico 2. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco
Fecha: 09/01/2016

Análisis:

Los habitantes del recinto San Francisco aprobaron el plan futuro de contar con un sistema de alcantarillado en un 98%, lo que nos indica un porcentaje positivo mayoritario, el dos por ciento estaba indiferente a causa de que para la construcción del mismo se deberá realizar trabajos de movimientos de tierra lo que afectaría en algo al sector.

¿Cree usted que las aguas residuales sean tratadas antes de ser vertidas a un cauce natural?

DESCRIPCIÓN	No.	%
De acuerdo	50	100
Indiferente	0	0
En desacuerdo	0	0

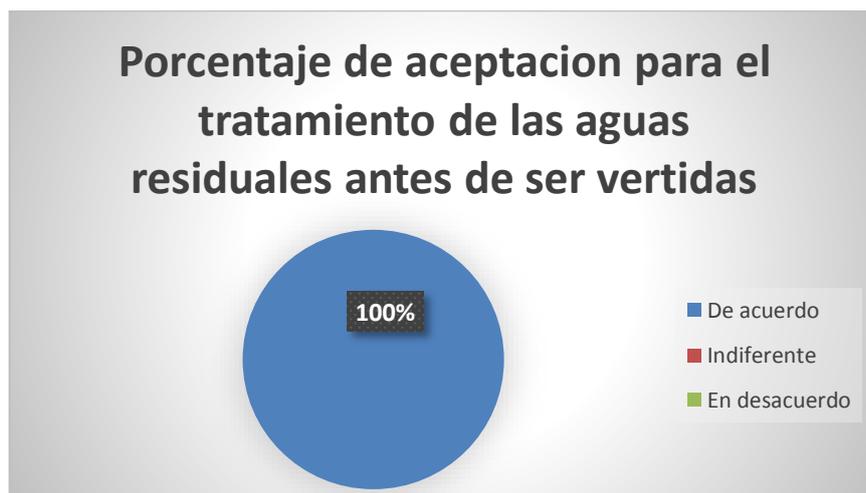


Grafico 3. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco

Fecha: 09/01/2016

Análisis:

Los habitantes del recinto San Francisco estuvieron de acuerdo en que las aguas residuales provenientes de todo el recinto y de las aguas lluvias sean tratadas antes de ser vertidas a los cauces naturales que se encuentran alrededor.

¿Está de acuerdo que con la implementación de los sistemas de alcantarillado se reduciría el daño ambiental?

DESCRIPCIÓN	No.	%
De acuerdo	35	70
Indiferente	9	18
En desacuerdo	6	12



Gráfico 4. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco

Fecha: 09/01/2016

Análisis:

Los habitantes del recinto San Francisco estuvieron de acuerdo en que las aguas residuales provenientes de todo el recinto y de las aguas lluvias sean tratadas antes de ser vertidas a los cauces naturales que se encuentran alrededor.

¿Cree usted que con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial mejorarían las condiciones de vida del sector?

DESCRIPCIÓN	No.	%
De acuerdo	45	90
Indiferente	5	10
En desacuerdo	0	0



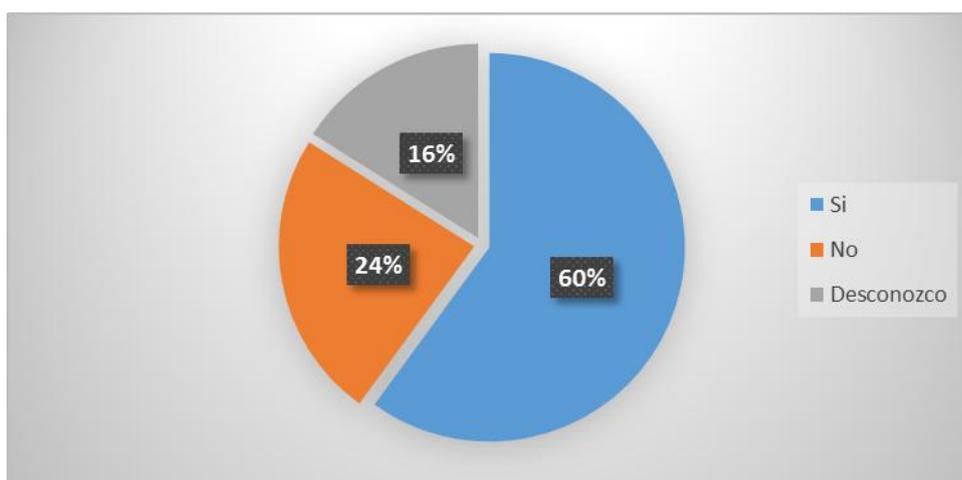
Gráfico 5. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco
Fecha: 09/01/2016

Análisis:

Obviamente la implementación de los sistemas de alcantarillado mejorara la calidad de vida de los habitantes del sector, por lo que en su gran mayoría estuvieron de acuerdo.

¿Tiene conocimiento sobre los riesgos de contraer enfermedades sanitarias al vivir en un sector que carece de servicios de alcantarillado?

DESCRIPCIÓN	No.	%
Si	30	60
No	12	24
Desconozco	8	16



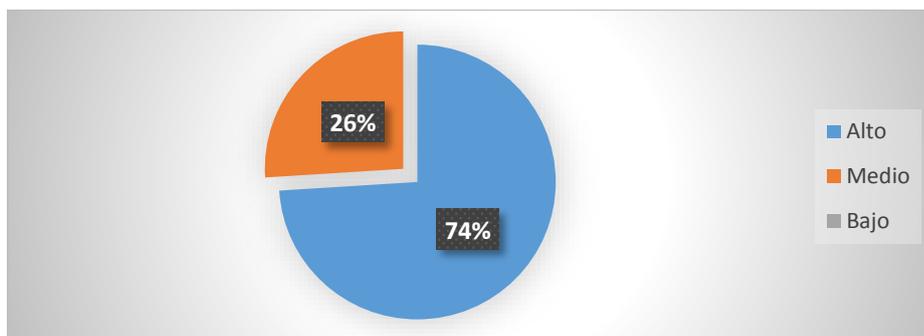
**Gráfico 6. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco
Fecha: 09/01/2016**

Análisis:

Algunas personas no sabían al riesgo que se exponían al vivir prácticamente con las aguas residuales dentro o cerca de sus viviendas, lo que para otros era detestable, pero lastimosamente al no existir una red de alcantarillado y también el nivel económico de ellos los obligaban a quedarse.

¿Cómo califica usted al peligro de riesgo de inundación en la llegada del temporal invernal en las condiciones actuales?

DESCRIPCIÓN	No.	%
Alto	40	60
Medio	10	24
Bajo	0	16



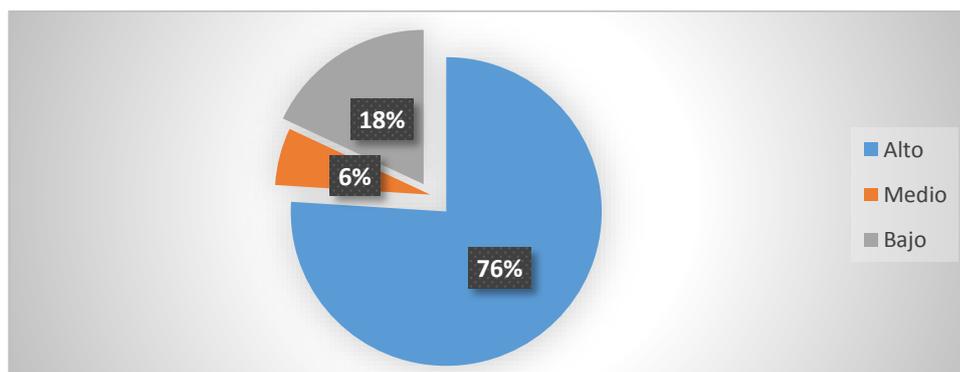
**Grafico 7. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco
Fecha: 09/01/2016**

Análisis:

Puesto que todos los pobladores han sentido en cada llegada del invernal y a su vez han sufrido los efectos causado por tal, son conscientes y saben el nivel de riesgo al que se exponen.

Conociendo los riesgos, su permanencia en el sector se debe a:

DESCRIPCIÓN	No.	%
Factor Económico	38	60
Familiar Cercano	3	24
Desconocimiento de Planes de vivienda	9	16



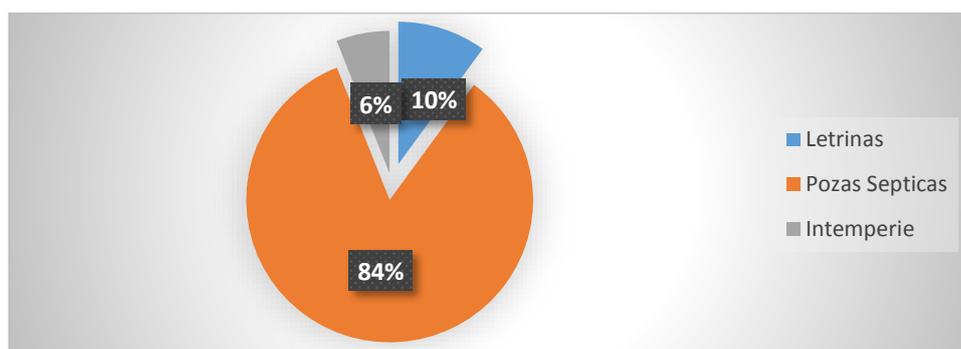
**Grafico 8. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco
Fecha: 09/01/2016**

Análisis:

La mayoría de personas se han establecido en el recinto por circunstancias económicas, dentro del recinto y según nuestras encuestas hay personas que por medio de la agricultura han salido adelante.

¿Qué método utiliza usted para evacuar las aguas residuales?

DESCRIPCIÓN	No.	%
Letrinas	5	76
Pozas Sépticas	42	6
Intemperie	3	18



**Grafico 9. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco
Fecha: 09/01/2016**

Análisis:

Los pobladores han optado por usar tres tipos de métodos para evacuar las aguas residuales, la mayoría tiene pozas sépticas, algunas personas simplemente evacuan a la intemperie, lo que causa focos infecciosos.

¿Ha sufrido de alguna afectación a su salud por falta de un óptimo sistema de alcantarillado sanitario y pluvial?

DESCRIPCIÓN	No.	%
Si	43	76
No	7	6



Gráfico 10. Fuente. Encuesta realizada por autores a pobladores del recinto San Francisco

Fecha: 09/01/2016

Análisis:

Obviamente la mayoría de pobladores han sufrido estragos por la falta de este servicio básico, las demás personas no han sufrido ninguna afectación por lo que son nuevos en el recinto o cuentan con una mayor economía.

2.3.4.3 Parámetros de diseño

Dotación: La dotación es la cantidad de agua que una población requiere para poder satisfacer sus necesidades esenciales.

Determinación de la población futura

La determinación de la población futura del recinto San Francisco es un parámetro importante para el cálculo del caudal de diseño, ésta se estima analizando las características sociales, culturales, y económicas de sus habitantes, en tiempo pasado, tiempo presente, logrando así predecir su futuro desarrollo.

Cabe recalcar que una buena estimación de la población futura nos permitirá diseñar un adecuado y correcto sistema de agua potable, aguas servidas, etc., sin embargo una mala o incorrecta estimación de la población futura nos dará como resultado un inadecuado sistema que no cumpla con los requisitos exigidos, puesto que para esto la única solución será rediseñar, reconstruir y refinar el proyecto.

CÁLCULO DE LA PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Período de diseño = 20 años

CENSO	POBLACION	
INEC	1990	522
INEC	2001	546
INEC	2010	566
PARTICULAR	2015	680

Método Lineal:

Este método consiste en investigar el crecimiento que ha tenido una determinada población y así, establecer una cifra constante para un periodo fijo.

Este método es recomendable para poblaciones constantes que cuenten con un crecimiento estable, y también a comunidades más chicas, y más aún si pertenecen a aun sector rural.

Si el acrecentamiento de una población es constante sin importar el tamaño de la misma, entonces estamos hablando que el crecimiento es lineal, a continuación se muestra la fórmula con la que trabajaremos para el cálculo:

$$K = \frac{P_f - P_b}{T_f - T_b}$$

K= Crecimiento poblacional lineal

Pf= Población del último censo Pb= Población base

Tf= Fecha del último censo Tb= Fecha de la población base o inicial.

Método Lineal.

*Calculamos el incremento anual de la población.

$$K_{2015-1990} = \frac{P_{2015} - P_{1990}}{T_{2015} - T_{1990}} = \frac{680 - 522}{2015 - 1990} = 632 \text{ hab/año.}$$

$$K_{2015-2001} = \frac{P_{2015} - P_{2001}}{T_{2015} - T_{2001}} = \frac{680 - 546}{2015 - 2001} = 9.57 \text{ hab/año.}$$

$$K_{2015-2010} = \frac{P_{2015} - P_{2010}}{T_{2015} - T_{2010}} = \frac{680 - 566}{2015 - 2010} = 22.80 \text{ hab/año.}$$

* Con el valor de K, se calcula la proyección de la población a cada año del horizonte del proyecto.

$$P_{2016} = P_{2015} + K_{2015-1990} * (T_{2016} - T_{2015}).$$

$$P_{2016} = 680 + 6.32 * (2016 - 2015) = 686 \text{ Hab.}$$

$$P_{2021} = P_{2015} + K_{2015-1990} * (T_{2021} - T_{2015}).$$

$$P_{2021} = 680 + 6.32 * (2021 - 2015) = 718 \text{ Hab.}$$

$$P_{2026} = P_{2015} + K_{2015-1990} * (T_{2026} - T_{2015}).$$

$$P_{2026} = 680 + 6.32 * (2026 - 2015) = 750 \text{ Hab.}$$

$$P_{2031} = P_{2015} + K_{2015-1990} * (T_{2031} - T_{2015}).$$

$$P_{2031} = 680 + 6.32 * (2031 - 2015) = 781 \text{ Hab.}$$

$$P_{2036} = P_{2015} + K_{2015-1990} * (T_{2036} - T_{2015}).$$

$$P_{2036} = 680 + 6.32 * (2036 - 2015) = 831 \text{ Hab.}$$

Metodo Aritmetico		Poblacion Proyectada				
* Año	K	2016	2021	2026	2031	2036
1990	6.32	686	718	750	781	813
2001	9.57	690	737	785	833	881
2010	22.8	703	817	931	1045	1159
Promedio.	12.9	693	757	822	886	951

* Año de población censo inicial Pci.

Método Geométrico.

$$K_{2015-1990} = \left[\frac{P_{2015}}{P_{1990}} \right]^{\left[\frac{1}{T_{2015} - T_{1990}} \right]} - 1.$$

$$K_{2015-1990} = \left[\frac{680}{522} \right]^{\left[\frac{1}{2015-1990} \right]} - 1 = 0.01063.$$

$$P_{2016} = P_{2015} * (1 + 0.01063)^{T_{2016} - T_{2015}}.$$

$$P_{2016} = 680 * (1 + 0.01063)^{2014 - 2015} = 673 \text{ Hab.}$$

$$K_{2015-2001} = \left[\frac{P_{2015}}{P_{2001}} \right] \left[\frac{1}{T_{2015} - T_{2001}} \right] - 1.$$

$$K_{2015-2001} = \left[\frac{680}{546} \right] \left[\frac{1}{2015-2001} \right] - 1 = 0.0158.$$

$$P_{2016} = P_{2015} * (1 + 0.01580)^{T_{2016} - T_{2015}}.$$

$$P_{2016} = 680 * (1 + 0.01580)^{2014 - 2015} = 669 \text{ Hab.}$$

$$K_{2015-2010} = \left[\frac{P_{2015}}{P_{2010}} \right] \left[\frac{1}{T_{2015} - T_{2010}} \right] - 1.$$

$$K_{2015-2010} = \left[\frac{680}{566} \right] \left[\frac{1}{2015-2010} \right] - 1 = 0.03738$$

$$P_{2016} = P_{2015} * (1 + 0.03738)^{T_{2016} - T_{2015}}.$$

$$P_{2016} = 680 * (1 + 0.03738)^{2016 - 2015} = 669 \text{ Hab.}$$

Método Geométrico		Población Proyectada				
* Año	k	2016	2021	2026	2031	2036
1990	0.01063	673	724.55	764	805	849
2001	0.0158	669	747.07	808	874	945
2010	0.03738	705	847.5	1018	1223	1470
Prom.	0.02127	683	773.04	863	968	1088

Método de Wappus.

$$i_{2015-1990} = \frac{200*(P_{2015} - P_{1990})}{(T_{2015} - T_{1990}) - (P_{2015} + P_{1990})}$$

$$i_{2015-1990} = \frac{200*(680 - 522)}{(2015 - 1990) - (680 + 522)} = 1051.58.$$

$$P_{2016} = P_{1990} \left[\frac{200 + i*(T_{2016} - T_{1990})}{200 - i*(T_{2016} - T_{1990})} \right]$$

$$P_{2016} = 522 \frac{200 + 1.052*(2016 - 1990)}{200 - 1.052*(2016 - 1990)} = 687 \text{ hab.}$$

$$P_{2021} = P_{1990} \left[\frac{200 + i*(T_{2021} - T_{1990})}{200 - i*(T_{2021} - T_{1990})} \right]$$

$$P_{2021} = 522 \frac{200 + 1.052*(2021 - 1990)}{200 - 1.052*(2021 - 1990)} = 725 \text{ hab.}$$

$$P_{2026} = P_{1990} \left[\frac{200 + i*(T_{2026} - T_{1990})}{200 - i*(T_{2026} - T_{1990})} \right]$$

$$P_{2026} = 522 \frac{200 + 1.052*(2026 - 1990)}{200 - 1.052*(2026 - 1990)} = 766 \text{ hab.}$$

$$P_{2031} = P_{1990} \frac{200+i*(T_{2031}-T_{1990})}{200-i*(T_{2031}-T_{1990})}$$

$$P_{2031} = 522 \frac{200+1.052*(2031-1990)}{200-1.052*(2031-1990)} = 809 \text{ hab.}$$

$$P_{2036} = P_{1990} \frac{200+i*(T_{2036}-T_{1990})}{200-i*(T_{2036}-T_{1990})}$$

$$P_{2036} = 522 \frac{200+1.052*(2036-1990)}{200-1.052*(2036-1990)} = 855 \text{ hab.}$$

$$i_{2015-2001} = \frac{200*(P_{2015}-P_{2001})}{(T_{2015}-T_{2001})-(P_{2015}+P_{2001})}$$

$$i_{2015-2001} = \frac{200*(680-546)}{(2015-2001)-(680+546)} = 1.56141.$$

$$P_{2016} = P_{2001} \left[\frac{200+i*(T_{2016}-T_{2001})}{200-i*(T_{2016}-T_{2001})} \right]$$

$$P_{2016} = \left[546 \frac{200+1.561*(2016-2001)}{200-1.561*(2016-2001)} \right] = 691 \text{ hab.}$$

$$P_{2021} = P_{2001} \left[\frac{200+i*(T_{2021}-T_{2001})}{200-i*(T_{2021}-T_{2001})} \right]$$

$$P_{2021} = 546 \left[\frac{200+1.561*(2021-2001)}{200-1.561*(2021-2001)} \right] = 748 \text{ hab.}$$

$$P_{2026} = P_{2001} \frac{200+i*(T_{2026}-T_{2001})}{200-i*(T_{2026}-T_{2001})}$$

$$P_{2026} = 546 \frac{200+1.561*(2026-2001)}{200-1.561*(2026-2001)} = 811 \text{ hab.}$$

$$P_{2031} = P_{2001} \frac{200+i*(T_{2031}-T_{2001})}{200-i*(T_{2031}-T_{2001})}$$

$$P_{2031} = 546 \frac{200+1.561*(2031-2001)}{200-1.561*(2031-2001)} = 880 \text{ hab.}$$

$$P_{2036} = P_{2001} \frac{200+i*(T_{2036}-T_{2001})}{200-i*(T_{2036}-T_{2001})}$$

$$P_{2036} = 546 \frac{200+1.561*(2036-2001)}{200-1.561*(2036-2001)} = 957 \text{ hab.}$$

$$i_{2015-2010} = \frac{200*(P_{2015}-P_{2010})}{(T_{2015}-T_{2010})-(P_{2015}+P_{2010})}$$

$$i_{2015-2001} = \frac{200*(680-566)}{(2015-2010)-(680+566)} = 3.65971.$$

$$P_{2016} = P_{2010} \left[\frac{200+i*(T_{2016}-T_{2010})}{200-i*(T_{2016}-T_{2010})} \right]$$

$$P_{2016} = 566 \left[\frac{200+3.660*(2016-2010)}{200-3.660*(2016-2010)} \right] = 706 \text{ hab.}$$

$$P_{2021} = P_{2010} \left[\frac{200+i*(T_{2021}-T_{2010})}{200-i*(T_{2021}-T_{2010})} \right]$$

$$P_{2021} = 566 \left[\frac{200+3.660*(2021-2010)}{200-3.660*(2021-2010)} \right] = 851 \text{ hab.}$$

$$P_{2026} = P_{2010} \frac{200+i*(T_{2026}-T_{2010})}{200-i*(T_{2026}-T_{2010})}$$

$$P_{2026} = 566 \frac{200+3.660*(2026-2010)}{200-1.561*(2026-2010)} = 1035 \text{ hab.}$$

$$P_{2031} = P_{2010} \frac{200+i*(T_{2031}-T_{2010})}{200-i*(T_{2031}-T_{2010})}$$

$$P_{20231} = 566 \frac{200+3.660*(2031-2010)}{200-3.660*(2031-2010)} = 1272 \text{ hab.}$$

$$P_{2036} = P_{2010} \frac{200+i*(T_{2036}-T_{2010})}{200-i*(T_{2036}-T_{2010})}$$

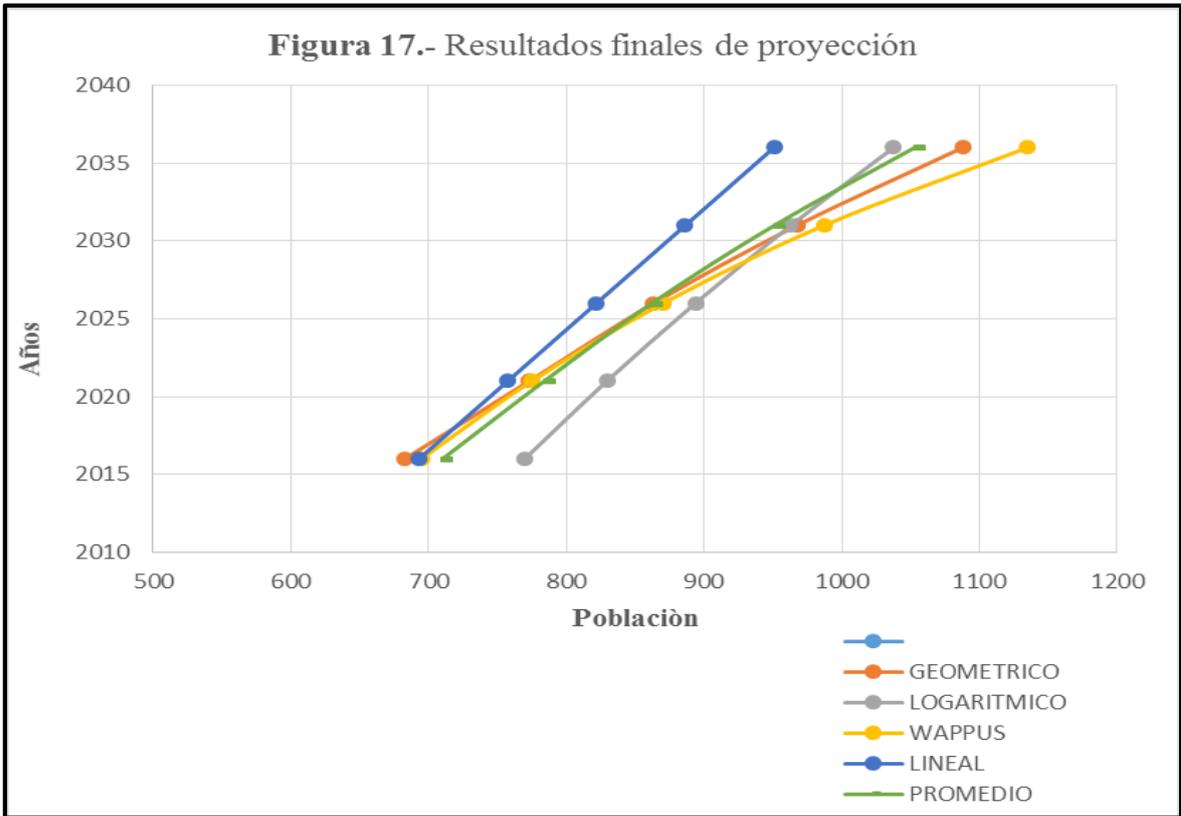
$$P_{2036} = 566 \frac{200+3.660*(2036-2010)}{200-3.660*(2036-2010)} = 1593 \text{ hab.}$$

<i>Método Wappus</i>		<i>Población Proyectada</i>				
<i>* Año</i>	<i>K</i>	<i>2016</i>	<i>2021</i>	<i>2026</i>	<i>2031</i>	<i>2036</i>
<i>1990</i>	<i>1.051</i>	<i>687</i>	<i>725.3</i>	<i>765.75</i>	<i>808.91</i>	<i>855.06</i>
<i>2001</i>	<i>1.561</i>	<i>691</i>	<i>748.05</i>	<i>810.81</i>	<i>879.98</i>	<i>956.57</i>
<i>2010</i>	<i>3.659</i>	<i>706</i>	<i>851.27</i>	<i>1034.63</i>	<i>1272.5</i>	<i>1593</i>
<i>Prom.</i>	<i>2.09</i>	<i>695</i>	<i>774.88</i>	<i>870.39</i>	<i>987.12</i>	<i>1135</i>

* Año de Población censo inicial Pci.

Proyección Final.

<i>Año</i>	<i>Población</i>				
	<i>Lineal</i>	<i>Geométrica</i>	<i>Logarítmica</i>	<i>Wappus</i>	<i>Promedio</i>
<i>2016</i>	<i>693</i>	<i>683</i>	<i>770</i>	<i>695</i>	<i>710</i>
<i>2021</i>	<i>757</i>	<i>773</i>	<i>829</i>	<i>775</i>	<i>784</i>
<i>2026</i>	<i>822</i>	<i>863</i>	<i>894</i>	<i>870</i>	<i>862</i>
<i>2031</i>	<i>886</i>	<i>968</i>	<i>963</i>	<i>987</i>	<i>951</i>
<i>2036</i>	<i>951</i>	<i>1088</i>	<i>1038</i>	<i>1135</i>	<i>1053</i>



FUENTE: AUTORES

CAPITULO III

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Criterios de diseño

Para establecer los respectivos criterios de diseño de la red de alcantarillado sanitario en el recinto San Francisco, tomaremos en cuenta los reglamentos y ordenanzas que han sido establecidos por el municipio de Naranjito, así como los proyectos hidráulicos próximos a ejecutarse, también, consideraremos las normativas de diseño de redes de alcantarillado vigentes y reglamentadas por el INEN, en este caso serán las normas (CPE INEN: 009-001 y CPE INEN: 009-002), que corresponden cada una a: "Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes" y "Código de práctica Ecuatoriana para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural".

Realizaremos el método racional para aguas lluvias y para aguas servidas el método de caudal acumulado para el diseño de cada una.

Los criterios a considerar para nuestro diseño son:

3.1.1. Diámetro

Los diámetros a utilizarse para nuestro diseño de la red de alcantarillado sanitario usaremos los siguientes parámetros según norma CPE INEN 5-009-001, son:

ELEMENTO	DIÁMETRO MÍNIMO
Conexiones Domiciliares	0,1 metros
Colectores y Ramales	0,15 metros

Tabla # 3. Diámetros mínimos para Conexiones, Colectores y Ramales. Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

3.2.2. Velocidad

En la red de alcantarillado existen colectores primarios, secundarios, y terciarios, éstos sometidos a condiciones de máximo caudal instantáneo deben de cumplir con un rango de velocidad permisible mínimo como se muestra a continuación:

VELOCIDAD MÍNIMA	VELOCIDAD ÓPTIMA
0,45 metros	0,6 metros

Tabla # 4. Velocidad óptima y mínima para colectores. Fuente: Normas CPE

Las velocidades máximas permisibles dependen del material a elegirse, según la CPE INEN 5-009-001 del ítem 5.2.1.11 del reglamento vigente para tuberías o colectores nos recomienda utilizar los siguientes valores:

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:		
➤ Con uniones de mortero.	4	0,013
➤ Con uniones de neopreno para nivel freático alto.	3,5 – 4	0,013
➤ Asbesto cemento	4,5 – 5	0,011
➤ Plástico	4,5	0,011

Tabla # 5. Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

Para nuestro cálculo de velocidades en tuberías utilizaremos la fórmula de Manning, formula recomendada según normas CPE INEN 5-009 del literal 5.2.1.13, la fórmula de Manning propuesta por Robert Manning en el año de 1889 esta descrita a continuación:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

En donde:

V= Velocidad en m/s.

n= Coeficiente de rugosidad.

R= Radio hidráulico.

S= Pendiente en m/m.

3.2.3. Profundidad y ubicación de las tuberías.

Las profundidades y ubicación de las tuberías variarían de acuerdo a nuestro diseño, el cual determinara la clase de carga que soportaría por encima de la clave o lomo de la tubería, sea esta carga vehicular.

Los ramales domiciliarios se instalaran por debajo de las aceras y sus colectores irán instaladas a un costado de la calzada, ya que según la norma vigente CPE INEN 5-009 de los literales: 5.2.1.3, 5.2.1.4, 5.2.1.5., nos recomienda:

La red del sistema de agua servida deberá pasar con una altura libre de 0.30 metros por debajo de la red de tubería de agua potable siempre y cuando sean estas paralelas y cuando éstas se crucen se deberá dejar una altura de 0,20 metros.

Las profundidades a las que se instalaran las tuberías de aguas servidas deben de estar por debajo de las viviendas que estecen en un nivel inferior a las demás y en caso de que las tuberías soportasen carga vehicular se deberá considerar una altura de 1,20 mtrs sobre la clave o loma del tubo.

La red de alcantarillado sanitario se instalará preferiblemente en la calzada del lado opuesto en donde se encuentra instalada la red de agua potable.

3.2.4. Pendiente

Generalmente las tuberías y colectores se instalaran según las pendientes que tenga el terreno, si en caso las pendientes no cumplan con el grado permisible para la instalación de las mismas, sean estas muy débiles o muy pronunciadas y como consecuencia de esto no permita que las velocidades mínimas y máximas, debemos de variar nosotros mismos la pendiente hasta que las velocidades puedan realizar la autolimpieza de las mismas tuberías y colectores, esto referido según las normas CPE INEN 5-009-001 del literal 5.2.1.1.

Diámetro (mm)	Material	Pendiente mínimo (%)
Desde 160 hasta 200	PVC	0,3
Desde 250 hasta 360		0,2
Desde 400 hasta 450		0,1
Desde 500 en adelante	PVC-HORMIGÓN ARMADO	0,1

**Tabla # 6. Pendientes mínima según el material y diámetro de tubería Fuente:
Normas CPE INEN 5-009-002**

3.2.5 Pozos de revisión y Pozos de saltos

Los pozos de revisión son ductos que sirven para poder realizar la revisión de un sistema de alcantarillado o una red subterránea, éstos se colocarán en donde existan cambios de pendientes y cambios de direcciones.

La distancia entre los pozos de revisión dependerá del diámetro de la tubería, ésta se detallará a continuación según el "Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural", en el literal 5.2.1.3 de la tabla 7.1.:

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
< 350	100
400-800	150
> 800	200

Tabla # 7. Distancia máxima entre pozos según diámetro de tuberías Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

El ancho que bordea la parte superior del pozo tendrá como mínimo 0,60 m. según las normas vigentes, se recomienda utilizar un molde de forma de cono para una mejor inmersión dentro del pozo, el diámetro del pozo estará diseñado según de qué medida sea el máximo diámetro de tubería.

A continuación se muestra la tabla según las normas CPE INEN del literal 5.2.3.4:

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

Tabla # 8. Diametro de pozo según diámetro de tubería Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

Pozos de salto: Llamamos pozos de salto a aquellas tuberías colocadas de forma vertical dentro de los pozos de revisión de tal manera que ayuden a contrarrestar la erosión de las paredes internas llevando el flujo directamente hacia el fondo y así evitar que salpique en las paredes de los pozos de revisión, el salpiqueo se produce al haber una diferencia entre las tuberías de entrada y de llegada mayor a 0,90 metros.

Así mismo para casos en los que el caudal es muy elevado se diseñaran estructuras de saltos especiales.

3.2.6. Rugosidad

Llamamos rugosidad a aquellas protuberancias micrométricas que se encuentran en la superficie de los elementos que conducen al flujo, la rugosidad contrarresta o retrasa la magnitud de la velocidad del agua que pasa por encima de cualquier superficie, la rugosidad depende del tipo de material con el que está hecho éste elemento.

A continuación se muestra una tabla del coeficiente de rugosidad con respecto al tipo de material que conforman las tuberías:

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:		
• Con uniones de mortero	4,00	0,013
• Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,50 – 4,00	0,013
Asbesto cemento	4,50 – 5,00	0,011
Plástico	4,50	0,011

Tabla # 9. Coeficiente de Rugosidad según el material de tubería. Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

Según tabla de norma vigente del código ecuatoriano, para nuestro diseño de red de alcantarillado utilizando material de PVC utilizaremos un coeficiente de 0,011.

3.2.7. Material de la tubería

Llamamos tuberías a conductos que nos ayudan a transportar cualquier líquido, siendo en la mayoría de los casos agua, para nuestro diseño de alcantarillado sanitario utilizaremos material de PVC, para un mejor manejo de la misma, también nos da una importante ventaja porque se encuentra fácilmente a disposición en el mercado, otra ventaja es que puede ser instalada con mayor facilidad y rapidez.

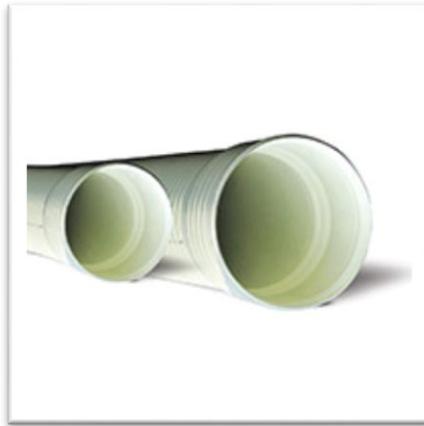


Figura # 20. Tubería Novafort. Fuente: Página oficial plastigama (Novafort)

3.2.8 Aspectos básicos a considerar

Para nuestro diseño de red de alcantarillado sanitario tomamos en cuenta los siguientes aspectos:

- Que no sea instalada en contra pendiente y tenga suficiente gradiente para que las velocidades del líquido produzca autolimpieza del sistema.
- La tubería no debe trabajar a su máximo nivel sino a condiciones de canal abierto esto quiere decir que debe trabajar la tubería por debajo del nivel de lomo de la misma ya que esto permitirá que dentro de la tubería exista ventilación y no se acumulen gases tóxicos.

- Para finalizar, nuestra tubería de diseño debe de cumplir las condiciones hidráulicas que hemos adoptado para un buen desempeño de la misma.

3.3. Determinación del caudal de diseño

Para la determinación de nuestro caudal de diseño tomaremos en cuenta las recomendaciones dadas por el código ecuatoriano de la construcción, de la CPE INEN 5 – 009 – 001, del literal 5.3.1 que nos recomienda calcular nuestro caudal de diseño siendo este que resultase de la suma de los caudales de aguas residuales e industriales y estos a su vez modificados por sus respectivos coeficientes de retorno y mayoración, más los caudales de infiltración y las conexiones ilícitas.

Las conexiones ilícitas son pequeñas contribuciones de aguas lluvias en el alcantarillado sanitario provocadas por conexiones clandestinas.

Las poblaciones y dotaciones serán las correspondientes al final del período de diseño.

El caudal de diseño está dado por:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{MH}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{aguas ilícitas}}$$

El cual:

$Q_{\text{diseño}}$: Caudal de diseño

Q_{MH} : Caudal por consumo de agua potable (máximo horario)

$Q_{\text{infiltración}}$: Caudal de infiltración

$Q_{\text{aguas ilícitas}}$: Caudal por aguas ilícitas o lluvias

3.3.1. Dotación de agua potable

De acuerdo a las condiciones que conforman nuestro proyecto adoptamos una dotación de 140 lit/hab/día, según las normas CPE 009-001, del literal 4.1.4.2 del estudio de agua potable, se adjunta tabla:

3.3.1.1 Aportación por consumo de agua potable

El agua potable que se suministra a la población tiene como propósito satisfacer las necesidades esenciales de los habitantes del sector, por lo tanto el agua que es consumida y luego vertida en el sistema de alcantarillado sanitario es menor que la suministrada, esto es producto de varios factores, tales como: el aseo o limpieza de calles y de vehículos, así mismo se suman las pérdidas que existen en tuberías internas de las viviendas y las pérdidas que hay en tuberías de distribución de agua.

3.3.2. Factor de Mayoración

El caudal máximo horario se refiere a que en un tiempo determinado de una hora en un día específicamente de un año, su aportación será máxima, este caudal máximo horario lo determinamos por medio de varias fórmulas empíricas de diferentes autores, estas a su vez se ven prácticamente reflejadas de acuerdo al número de habitantes para los cuales será el servicio, tenemos que tener en cuenta que al momento de determinar el caudal máximo horario, éste se verá afectado por un coeficiente de mayoración "M".

De acuerdo a nuestra población de diseño utilizaremos la fórmula de "Harmon", descrita a continuación:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P_m}}$$

3.3.3. Aportación por aguas de infiltración

Las aguas de infiltración siempre estarán presentes en cualquier sistema de alcantarillado debido a:

- Tuberías con fisuras
- Juntas mal ejecutadas
- En unión de colectores con las cámaras de inspección

A continuación se muestra tabla de coeficientes de infiltración según las normas vigentes:

Caudales de infiltración (l/s/Km)

Unión	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de PVC	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Pegamento	Goma
Nivel freático bajo	0,5	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05
Nivel freático alto	0,8	0,2	0,7	0,1	0,3	0,1	0,15	0,5

Tabla # 10. Caudales de infiltración. Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

$$Q_{\text{infiltr.}} = f * \frac{L}{1000}$$

Donde:

Q infiltr. = Caudal máximo de infiltración L/s

f= Factor de aporte de infiltración por longitud de tubería L/s Km

L= Longitud de tramo de tubería Km

3.3.4. Aportación por aguas ilícitas

Llamadas así debido a conexiones de aguas de escorrentía pluvial que ingresan en la red de alcantarillado sanitario.

A pesar que en el recinto San Francisco no hay un gran volumen de población y por lo tanto la aportación de conexiones ilícitas va a ser relativamente baja, el CEC nos recomienda el siguiente parámetro de dotación mínima:

$$Q_{ilic.} = 80 * PA$$

En donde:

Q ilic.= Caudal de aguas ilícitas (lts/día)

PA= Población aportante (hab)

3.4. Descarga

Después que estas aguas residuales hayan sido previamente tratadas, se las conducirá directamente a las vertientes naturales existentes en los alrededores del recinto San Francisco, y poder descargar a los cuerpos receptores.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.1. Generalidades

El agua proveniente por las precipitaciones puede causar inundaciones en lugares que no tengan un adecuado sistema de evacuación de las aguas lluvias, por lo cual pueden surgir diferentes tipos de problemas como son: el brote de mosquitos provocando un sin número de enfermedades, también pueden producirse asentamientos y afectación a las estructuras.

Con el propósito de mantener principalmente la salubridad de los habitantes del recinto San Francisco y la seguridad de sus edificaciones en general, es necesario una óptima canalización de las aguas lluvias para evitar los daños y molestias antes mencionadas.

4.2. Reúso del agua proveniente del alcantarillado pluvial

Cada vez la disponibilidad de agua en nuestro medio es más escaso, por lo que hay que aprovecharla en una de las más importantes actividades, que se realizan dentro del recinto como es la agricultura, las aguas lluvias pueden ser reutilizadas con un ligero tratamiento y a veces hasta sin ningún tratamiento, siempre y cuando sin utilizar elementos que perjudiquen la calidad del agua.

Un punto importante es el incremento artificial de los acuíferos que rodean la zona, estos con el tiempo se ven afectados por la sobreexplotación, por lo que cada vez el agua se va agotando, y una de las ventajas sería que los acuíferos, ríos, no permanecerían secos.

4.3. Criterios de Diseño

Para el diseño del alcantarillado pluvial se tomaron los mismos parámetros del alcantarillado sanitario como criterio de diseño, sumando a éste los parámetros o medidas que sugiere el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología).

4.3.1. Hidrología

Un buen estudio hidrológico con respecto a la zona en donde se realizará el diseño del alcantarillado pluvial es necesario para poder determinar diferentes aspectos, tales como; la intensidad de las lluvias que se producen en el lugar, recopilando datos de años atrás para un mejor análisis y así poder calcular nuestro caudal final de drenaje del alcantarillado pluvial.

Con nuestro análisis hidrológico, básicamente queremos conseguir resultados específicos de los parámetros que caracterizan al recinto San Francisco, para nuestro análisis nos vamos a fundamentar en la intensidad diaria.

Llamamos intensidad diaria a la cantidad de agua que cae por unidad de tiempo y en un lugar determinado y se mide generalmente en (mm/h) para nuestro caso tomaremos la ecuación de intensidad que nos recomienda el INAMHI, que es la institución hidrológica encargada de establecer los parámetros para poder realizar los diseños adecuados de los diferentes tipos de estructuras que nos permitirán calcular los caudales máximos que estarán corriendo en el sistema de drenaje.

En el Recinto San Francisco se registra una Temperatura de 20 – 29 Grados Centígrados promedio, su precipitación media es de 1360mm y con una humedad relativa al 54 %.

Además, está ubicada astronómicamente en una zona tórrida en la cuales existen dos estaciones climatológicas como son:

- Estación seca.
- Estación lluviosa.

Según en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del GAD del Cantón Naranjito, la estación lluviosa comienza del 15 – 30 de diciembre hasta el 15 – 30 de mayo, la estación seca comienza del 15 – 30 de mayo hasta el 15 – 30 de diciembre.

4.3.2. Diámetro

Según las normas vigentes que establecen los parámetros necesarios para un diseño óptimo de una red de alcantarillado pluvial nos dice que el diámetro mínimo que se deberá usar es de 0,25 metros, dato tomado del numeral 5.2.1.6 de las normas CPE INEN 5 -009-001.

4.3.3. Velocidad

Según el literal 5.2.1.12 de las normas CPE INEN 5-009-001 la velocidad mínima deberá de ser 0,9 m/sg para caudal máximo instantáneo y en cualquier época del año.

En cuanto a las velocidades máximas permisibles pueden ser mayores que las establecidas en la red de alcantarillado sanitario porque estos caudales no ocurren con mayor frecuencia.

Así mismo nos recomienda incrementar la pendiente de las tuberías siempre y cuando la topografía del terreno lo permita, acción que permitirá a las tuberías que se auto limpien, y por ende evitar la acumulación de basura en alcantarillas.

Para calcular las velocidades dentro de las tuberías adoptaremos la ecuación de Manning, esta ecuación es recomendada por las normas CPE INEN del literal 5.2.1.13, a continuación se mostrará la tabla para el diseño.

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA	COEF. RUGOSIDAD
Hormigón simple:		
Con uniones de mortero	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 - 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Tabla # 11. Velocidades máximas a tubo lleno. Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

Así la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

En donde:

V= Velocidad en m/s.

n= Coeficiente de rugosidad.

R= Radio hidráulico.

S= Pendiente en m/m.

4.3.4. Profundidad y ubicación de las tuberías

De las normas CPE INEN 5-009-001 de los literales 5.2.1.4 y 5.2.1.5 tomaremos en cuenta lo establecido, las tuberías de la red pluvial se instalarán en el centro de la calzada, la profundidad a la que serán colocadas deberá ser suficiente para recoger el agua lluvia de los domicilios más bajos de ambos lados de la calzada,

si por encima de las tuberías habrá tránsito vehicular es recomendable colocarlas a 1,2 metros por encima de la cresta de la tubería.

Si en caso que la topografía del terreno no permita instalar la tubería a 1,2 metros por encima de la cresta de la tubería, se deberá utilizar un elemento estructural llamado Omega, que permitirá la protección de la tubería para las cargas vehicular.

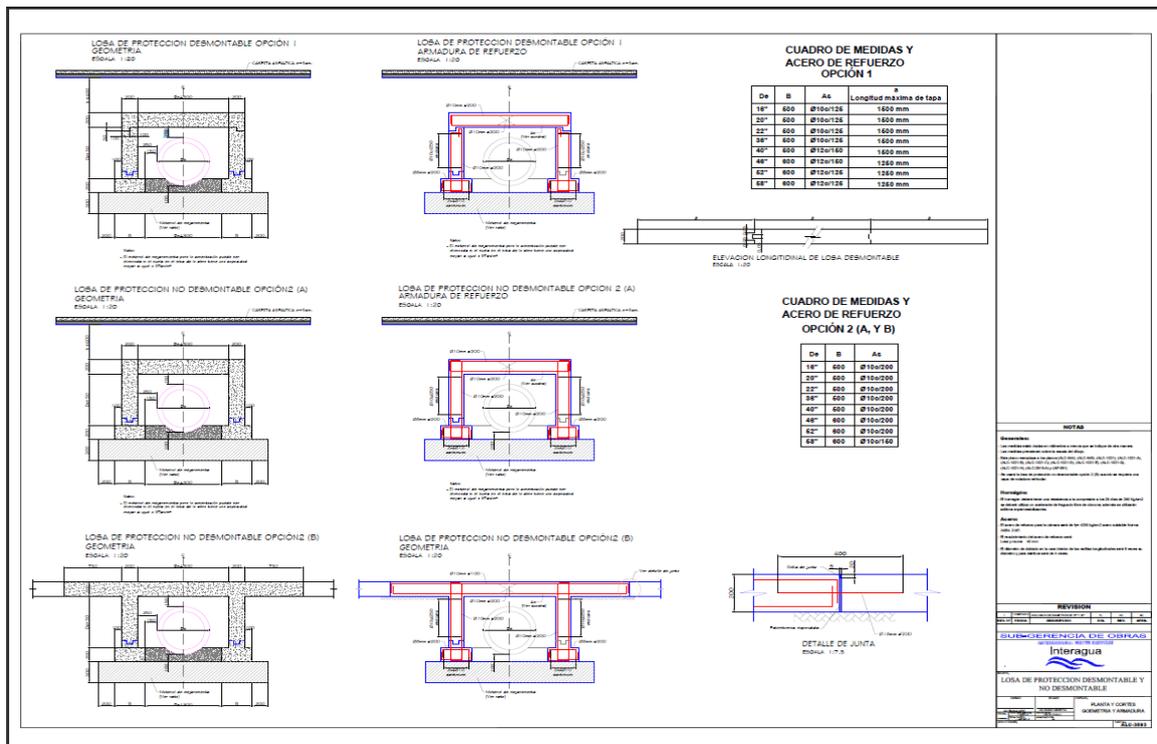


Figura # 21. Diseño de losa de protección. Fuente (Interagua).

4.3.5 Pendiente

Todo colector y tubería de aguas lluvias generalmente seguirán la pendiente natural del terreno, una vez hecho el estudio topográfico y ubicado los puntos de descargas se tomaran las medidas necesarias para que tuberías y colectores puedan llegar a tener su auto limpieza y que las velocidades estén en el rango que se permite, esto es recomendado por las normas CPE INEN 5-009-001 del literal 5.2.1.1.

4.3.6 Material de la tubería

El material de la tubería, en nuestro caso trabajaremos con PVC, debe cumplir las normas de calidad y garantizar la seguridad para evitar posibles infiltraciones.

Se seguirán las mismas indicaciones y parámetros establecidos en el diseño de alcantarillado sanitario.

4.3.7 Cámaras de inspección y cámaras de salto

Las cámaras de inspección son importantes ya que nos permiten dar mantenimiento al sistema pluvial. Es necesario tomar en cuenta los parámetros establecidos por la norma CPE-INEN-5-009-001 del literal 5.2.3 en las cuales mencionaremos para su adecuada instalación:

- Cambio de direcciones.
- Cambio de pendientes o diámetro.
- En punto donde converjan dos o más tuberías o colectores.
- La máxima distancia entre cajas de inspección de acuerdo a su diámetro serán de:

DIÁMETRO (mm)	DISTANCIA (m)
< 350	100
400 – 800	150
> 800	200

Tabla # 12. Distancia entre cajas de inspección. Fuente: Normas CPE INEN 5-009-002

- La abertura superior de las cajas de inspección será como mínimo de 0.6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo de la cámara hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior de la cámara.

- El interior del cuerpo de las cajas de inspección estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada a la cámara.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm	DIÁMETRO DEL POZO m
Menor o igual a 55	0.90
Mayor a 550	Diseño especial

Tabla # 13. Diámetro de pozos según diámetro de tubería: Normas CPE INEN 5-009-002

- Las cámaras de salto se instalaran siempre y cuando existiera una diferencia mayor a 0.60 metros entre cota de la tubería entrante y la cota de tubería de salida.
- Las tapas de las cámaras de inspección deberán ser circulares y de hierro dúctil.
- Es recomendable utilizar escaleras portátiles para acceder a las alcantarillas.

4.3.8 Rugosidad

Al igual que para el alcantarillado sanitario tomaremos como referencia los valores de coeficientes según el tipo de material que utilizaremos, el cual se expresó anteriormente en la tabla de velocidades a tubo lleno y coeficientes recomendados, de acuerdo a la norma CPE INEN 5-009-001 del literal 5.2.1.13.

4.3.9. Cunetas y Sumideros

Es necesaria la instalación de cunetas en el sistema de drenaje debido que las calles y avenidas están diseñadas con una cierta pendiente, el cual permite que el agua se escurra hacia los costados, al momento que se produzca esta acción las cunetas transportarán el agua hacia los sumideros.

Las normas vigentes nos recomiendan que para el diseño de cunetas tomaremos en cuenta una pendiente mínima del 4%, y pendiente transversal mínima de 1%.

Las cunetas tendrán una profundidad máxima de 15 cm y un ancho de 60 cm siempre y cuando sea en vías rápidas y que éstas no permitan estacionamiento, para vías en las que exista o se permita el estacionamiento, se permitirá diseñar las cunetas a un metro de ancho.

Los sumideros son estructuras que permiten la captación del agua lluvia proveniente de las cunetas y del escurrimiento superficial y esta a su vez es transportada hacia los colectores primarios.

Según las normas CPE INEN 5-009-001 del literal 5.2.4.5 el caudal que transportará una cuneta será calculada mediante la fórmula de Manning modificada por Izzard que se muestra a continuación.

$$Q = 0.375 \left(\frac{Z}{n} \right) I^{1/2} Y^{8/3}$$

En donde:

Q= Caudal en m³/s.

Z= Inverso de la pendiente transversal de la calzada.

n= Coeficiente de escurrimiento (Manning).

I= Pendiente longitudinal de la cuneta.

Y= Tirante de agua en la cuneta, en metro.

Según la norma CPE INEN 5-009-001 del literal 5.2.4.6 los sumideros deben instalarse cuando la cantidad de agua en calzada excede a la capacidad admisible de trasportación de la cuneta. También se deberán instalar sumideros en puntos bajos, donde se acumule el agua.

4.4. Determinación del Caudal de Diseño

De acuerdo al literal 5.4.2 de las normas vigentes y según el área de diseño, en nuestro caso del recinto San Francisco es de 35 km² por lo que utilizaremos el método del hidrograma unitario.

Según los literales 5.4.3.1, 5.4.3.2 y 5.4.3.3 nos recomienda que para cuencas con un área superior a 5 km², los caudales del proyecto próximos a obtener sean calculados por el método de hidrogramas unitarios sintéticos.

Una vez calculados los hidrogramas unitarios y las tormentas seleccionadas, obtendremos como tal, los hidrogramas de escurrimiento superficial para las respectivas cuencas de drenaje.

La capacidad que tenga cada colector de gran capacidad se verificará transitando simultáneamente, a través de estos los hidrogramas del escurrimiento superficial.

Para calcular el caudal de escurrimiento utilizaremos la siguiente formula:

$$Q = 2,780 CIA$$

En donde:

Q = caudal de escurrimiento en m³/s.

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área de la cuenca (ha)

4.4.1. Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía es uno de los parámetros más primordiales que pertenecen a la hidrología superficial, éste coeficiente tampoco es un factor constante porque depende de la magnitud de la lluvia y de las condiciones fisiográficas de la cuenca que estudiamos.

El coeficiente de escorrentía es la relación entre el volumen de escorrentía superficial sobre el valor de la precipitación total que existe sobre una cuenca y afecta a la intensidad de lluvia, al momento de multiplicar el coeficiente por la

intensidad y también por el área, el cual obtenemos una intensidad efectiva, siempre en toda el área en donde llueve.

Nosotros, trabajando en el diseño y el cálculo de nuestra red de aguas lluvias, haciendo énfasis en las normas CPE INEN 5-009-001 que están vigentes y que nos ayudan en el proceso de obtener estos valores, de acuerdo a literal 5.4.2.2, la determinación o la obtención del coeficiente "C" se tendrá en cuenta los siguientes efectos:

- Infiltración
- Almacenamiento por retención superficial
- Evaporación
- Cubierta vegetal
- Tipo de suelo
- Pendiente de suelo

Para frecuencias entre 2 y 10 años se recomienda los siguientes valores de C descritos a continuación:

TIPO DE ZONA	VALORES DE C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.	0,7 – 0,9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55 – 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 – 0,55
Parques, campos de deportes	0,1 – 0,2

Tabla # 14. Coeficientes de Escorrentía según el tipo de zona Fuente: Normas CPE

INEN 5-009-001

Según el literal 5.4.2.3 si es necesario calcular un coeficiente de escurrimiento compuesto, basado en diferentes tipos de superficie se podrá utilizar los valores que se adjuntan en la siguiente tabla:

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,9
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85 a 0,9
Pavimentos de hormigón	0,8 a 0,85
Empedrados (juntas pequeñas)	0,75 a 0,8
Empedrados (juntas ordinarias)	0,4 a 0,5
Pavimentos de macadam	0,25 a 0,6
Superficies no pavimentadas	0,1 a 0,3
Parques y jardines	0,05 a 0,25

Tabla # 15. Coeficientes de Escorrentía según el tipo de superficie. Fuente: Normas CPE INEN 5-009-001

Para nuestro proyecto que se encuentra localizado en el recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito, adoptaremos un valor de $C = 0,50$, por lo que es una zona rural con baja densidad, y en su mayoría las vías de acceso son caminos empedrados, no obstante se cuenta con la vía principal conformada por pavimento flexible con una longitud de dos kilómetros.

Valor por el cual nos permite simplificar el método del hidrograma unitario.

4.4.2. Periodo de retorno

Para determinar el periodo de retorno tenemos que tener en cuenta varios factores:

- Si el sistema es de micro o macro drenaje

- Importancia del sector
- Molestias que puedan causar las inundaciones

Analizando nuestra área de proyecto, es mediana por lo que adoptaremos que es un sistema micro drenaje según lo descrito anteriormente basado en las normas CPE INEN 5-009-001. Así que, un periodo de retorno de 10 años es adecuado de acuerdo a las características e importancia del proyecto.

4.4.3. Intensidad de precipitación

Para determinar el caudal de máxima de crecida o también llamado caudal pico, utilizaremos la intensidad de precipitación, la misma que será calculada mediante las ecuaciones establecidas por el (INAMHI). Estas ecuaciones calculan la intensidad para diferentes periodos de retorno.

Las ecuaciones son:

$$\text{➤ } I_{TR} = 92,854 * t^{-0,4083} * Id_{TR}$$

Esta ecuación es permitida para tiempos de duración entre 5 y 43 minutos.

$$\text{➤ } I_{TR} = 480,470 * t^{-0,8489} * Id_{TR}$$

Esta ecuación es permitida para tiempos de duración entre 43 y 1440 minutos.

El cual:

I_{TR} = Intensidad máxima para un periodo de retorno considerado.

t = Se refiere al tiempo que dura la lluvia que es considerado igual al tiempo de concentración.

Id_{TR} = Intensidad diaria que es calculada a partir de las isoyetas que han sido trazadas para las cuencas y también para periodos de retorno.

4.4.4. Duración de la lluvia

Llamamos duración de lluvia al tiempo en el que se concentra la lluvia en un lugar determinado, ésta dependerá de la pendiente, así como de la superficie, la cobertura del suelo, de la longitud del escurrimiento, entre otras.

Según las normas vigentes de la CPE INEN 5-009-001 tomaremos un tiempo de concentración o duración de lluvia (15 minutos), que corresponden a tramos iniciales del área de drenaje aguas arriba del colector, más el tiempo de recorrido en el colector. Así como:

$$T_c = T_e + T_t$$

El cual:

T_c = Es el tiempo de concentración

T_e = Es el tiempo de entrada

T_t = Es el tiempo de recorrido

Tomamos un valor de 15 minutos como tiempo de entrada para tramos iniciales.

Para tramos secuenciales, el tiempo de entrada es igual al tiempo de concentración del tramo anterior.

Al tiempo de recorrido se lo expresa mediante la ecuación recomendada por el Servicio de Conservación de Suelos SCS de Norteamérica. Así como:

$$T_t = \frac{L}{60 * V_s}$$

L= Es la distancia de recorrido o longitud de tramo

V_s = Es la velocidad superficial

4.5. Descarga

Nuestra red de alcantarillado pluvial tiene varios puntos de descarga ya que se encuentra rodeado de dos grandes esteros como son los Estero del Hediondo y el Estero El Toro. En nuestro diseño de alcantarillado hemos adoptado estos dos Esteros del recinto San Francisco para que descargue las aguas lluvias, sin recibir ningún tipo de tratamiento porque el agua es transportada, sin que ésta se contamine como hacemos constar en los planos.

El agua proveniente de la precipitación será usada en los diferentes tipos de actividades que se realizan en la zona, es apta para el riego de cultivos y jardinería, así también para las pequeñas industrias y artesanos del recinto.

CAPITULO V

ESTUDIO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

5. Estudio previo de la planta de tratamiento

5.1. Generalidades

Se realizara un previo estudio de una planta de tratamiento para el recinto San Francisco, ya que existe la necesidad de tratar las aguas residuales provenientes de usos domésticos. Esto es necesario ya que el continuo crecimiento poblacional de la zona y sus actividades agroindustriales entre otras, también pueden incluir en las aguas residuales, residuos que provienen del arrastre de las aguas lluvias.

Es primordial un diseño de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), que garantice un correcto tratamiento de las aguas residuales y así reducir los niveles de contaminación de los diferentes afluentes existentes alrededor del recinto San Francisco.

Así, evitamos también, la acumulación de aguas no aptas para el consumo humano y por lo tanto no habrá la proliferación de peligrosas enfermedades que pondrían en riesgo la salud de los habitantes.

5.2. Aguas Residuales Urbanas

5.2.1. Definición

Llamamos aguas residuales urbanas a aquellas aguas que provienen del uso doméstico, para ser más específicos nombraremos algunas a continuación:

- Aguas provenientes de los inodoros
- Aguas provenientes de los fregaderos
- Aguas provenientes de las lavadoras
- Aguas provenientes de los baños
- Aguas provenientes de los lavabos

También, éstas aguas pueden estar contaminadas por residuos que provienen de los arrastres de las aguas lluvias.

5.2.2. Características de las aguas residuales

Tener conocimiento acerca de las aguas residuales es muy importante y fundamental para realizar un proyecto y explotación de las infraestructuras de tratamiento y evacuación de las aguas residuales.

Generalmente, las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica.

5.2.3. Características Físicos – Químicas.

a. Olores

Las aguas residuales contienen olores desagradables que no son susceptibles para el desarrollo de la vida humana, estos malos olores son causados por la descomposición de materia orgánica que se encuentran en ellas, debido a un proceso químico en el que los sulfatos se reducen a causa de la acción de microorganismos anaerobios.

Por lo tanto, el diseño y construcción de una planta de tratamiento en un determinado lugar en donde existen habitantes puede conllevar a problemas; tales como, el rechazo de implantación de la misma. Por eso, es de mucha importancia

b. Temperatura

La temperatura es uno de los factores más influyente en cuanto al proceso de tratamiento de las aguas residuales, ya que influye en el proceso biológico y en las reacciones químicas propias de las aguas residuales. La temperatura de las aguas negras es mucho más alta que la del suministro.

c. Sólidos Totales

Los sólidos totales se consideran al polvo, arcillas y grasas. Ya que estos representan a la materia orgánica e inorgánica que se encuentran en las aguas negras.

d. Sólidos en Suspensión

Los sólidos que se localizan suspendidos en la superficie de las aguas residuales representan una fracción del total de los sólidos que se encuentran retenidos en un determinado filtro, el cual ha sido medido después que éste ha sido secado así mismo a una temperatura determinada.

En gran parte de las aguas residuales se encuentran éstos sólidos suspendidos, y pueden ser de cualquier origen mostrados a continuación:

- Origen orgánico
- Origen mineral

e. Sólidos Disueltos

Son aquellos sólidos que se encuentran disueltos en las aguas negras o aguas residuales.

f. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ es un parámetro muy necesario, el cual nos permite medir la calidad de las aguas residuales, y que a su vez, nos permite estimar la carga de agua que tienen las materias putrescibles y su poder de autodepurarse.

La DBO₅ nos permite determinar la concentración de materia orgánica que contienen las aguas residuales pertenecientes a cada estudio y diseño de plantas de tratamientos, éste ensayo es muy importante realizarlo y se puede medir en periodos de incubación de 5 días y a una temperatura de 20 °C.

g. Demanda química de oxígeno

Corresponde a la cantidad de oxígeno usada por las materia oxidables que presenta el agua. La DQO es el volumen de oxígeno que demanda para oxidar las muestras orgánicas que se encuentran en las aguas residuales.

h. Grasas

Son aquellos compuestos orgánicos que están formados por ácidos grasos originarios de animales y vegetales, ya que estos se encuentran en las aguas domésticas provenientes del uso de manteca y grasa en cocinas.

Éstas grasas en el momento del proceso del tratamiento de las aguas residuales pueden provocar un mal olor y también formaciones de espuma lo que a su vez produce un daño a la vida de los microorganismos encargados del proceso de depuración.

i. Características Biológicas

Las características biológicas de las aguas residuales son muy importantes, y debemos de hacer énfasis en su control, ya que éstas son causales importantes de enfermedades ocasionadas por organismos patógenos de origen humano.

Unos de los componentes biológicos más representativos son: Coliformes fecales y Coliformes de origen no fecal.

Los Coliformes son órganos pequeños que provienen de los desechos humanos y animales, los grupos de Coliformes Fecales están compuestos de varias cepas de bacterias.

➤ Coliformes Fecales

Son microorganismos Coliformes que sirven como un indicador que emite la contaminación o a su vez, la presencia de organismos que producen alguna enfermedad, el promedio que arroja el ser humano de Coliformes

es de 10^9 y 10^{11} , este resultado facilita la detección y utilización en lo que respecta a los controles sanitarios. Por lo tanto, al haber exceso de Coliformes en el agua, ésta se vuelve insalubre y no apta para el consumo humano.

5.3. CONDICIONES DE DISEÑO PARA LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

5.3.1. Periodo de diseño

Hemos escogido un periodo de diseño de 25 años, teniendo en cuenta y poniendo nuestros conocimientos para que la estación depuradora cumpliera el objetivo de tratar las aguas residuales y cogido a este prolongado tiempo darle un adecuado mantenimiento.

5.3.2. Caudal de diseño

Siempre consideraremos como el caudal de diseño el del Alcantarillado Sanitario, el cual está conformado por:

- Caudal de aguas residuales domesticas
- Caudal de aguas de infiltración
- Caudal de aguas residuales ilícitas

Y, por lo tanto, el caudal de diseño de: 29.39 L/sg, se obtiene por la sumatoria de los tres caudales antes mencionados, datos que se encuentran en la tabla anexada del cálculo de caudal de diseño.

PARÁMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIÓN
Solidos Totales	Mg/l	350
Disueltos Totales	Mg/l	250
Fijos	Mg/l	145
Volátiles	Mg/l	105
Sólidos en Suspensión	Mg/l	100

Fijos	Mg/l	20
Volátiles	Mg/l	80
Solidos Sedimentables	Mg/l	5
Demanda Bioquímica de oxígeno,	Mg/l	110
Carbono orgánico total	Mg/l	80
Demanda Química de Oxigeno	Mg/l	250
Nitrógeno	Mg/l	20
Orgánico	Mg/l	80
Amoniaco libre	Mg/l	12
Fosforo	Mg/l	4
Orgánico	Mg/l	1
Inorgánico	Mg/l	3
Cloruros	Mg/l	30
Sulfato	Mg/l	20
Alcalinidad	Mg/l	50
Grasa	Mg/l	50
Coliformes Totales	x10	$10^6 - 10^7$
Compuestos Orgánicos Volátiles	ug/l	<100

5.3.3. Caracterización del agua residual

El agua residual está constituida o conformada por elementos con propiedades físicas, químicas y biológicas.

Analizando todas las actividades que se desarrollan en el recinto San Francisco, podemos establecer que el agua residual de toda la zona es, en su mayoría de origen doméstico con una concentración o contaminación media, también se ha tomado en cuenta que en el mismo sector se encuentran pequeñas industrias de lavado de cacao y dos lubricadoras.

5.3.4. Límites permisibles de descarga a un cuerpo receptor o también llamados fuentes de aguas dulces para el consumo humano y uso doméstico

Al momento de descargar las aguas a los diferentes afluentes que se encuentran alrededor de la zona de estudio, debemos de tener en cuenta que, existe una norma el cual nos indica por medio de una tabla los rangos límites que son permitidos para la descarga a los afluentes.

La norma según el LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL que sustituye al LIBRO VI UNIFICADO DE LEGISLACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, regula los vertidos de descarga y establece:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	Mg/l	30
Alkil Mercurio		Mg/l	No detectable
Aluminio	Al	Mg/l	5.0
Arsénico	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
Cloroformo	Ext. Carbón	Mg/l	0.1
Cloruros	Cl	Mg/l	1000
Cobre	Cu	Mg/l	1.0
Cobalto	Co	Mg/l	0.5

Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	10000
Color Real	Color Real	Unidades de color	Inapreciable en disolución 1/20
Compuestos Fenólicos	Fenol	Mg/l	0.2
Cromo Hexavalente	Cr+6	Mg/l	0.5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O5.	Mg/l	100
Demanda química de Oxígeno	D.Q.O.	Mg/l	200
Estaños	Sn	Mg/l	5.0
Fluoruros	F	Mg/l	5.0
Fosforo total	P	Mg/l	10
Hierro Total	Fe	Mg/l	10
Hidrocarburos Totales de petróleo	TPH	Mg/l	20.00
Manganeso Total	Mn	Mg/l	20.00
Materia flotante	Visibles	Mg/l	Ausencia
Mercurio Total	Hg	Mg/l	0.005
Níquel	Ni	Mg/l	2.00
Nitrógeno amoniacal	N	Mg/l	30.00
Nitrógeno total Kjedahl	N	Mg/l	50.00
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	Mg/l	0.05
Compuestos organoflorados	Organoflorados totales	Mg/l	0.1

Plata	Ag	Mg/l	0.1
Plomo	Pb	Mg/l	0.2
Potencial de hidrogeno	Ph	Mg/l	6-9
Selenio	Se		0.1
Solidos suspendidos totales	SST	Mg/l	130
Solidos totales	ST	Mg/l	1600
Sulfatos	So4	Mg/l	1000
Sulfuros	So-2	Mg/l	0.5
Temperatura	°C	°C	Condición natural 1-3
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	Mg/l	0.5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	Mg/l	1.0

Tabla # 16. Límites Máximos Permisibles para descarga en cuerpos de agua dulce.

Fuente: Libro VI de la calidad ambiental.

5.4. Propuesta y selección del sistema de depuración

Los sistemas que hemos escogidos para el tratamiento primario de las aguas residuales del recinto San Francisco constan de características comunes por ser procesos primarios de tratamiento biológico.

- Tanque Imhoff
- Lecho bacteriano
- Filtro anaerobio

En cada método escogido se analizarán las ventajas y desventajas que tendrán, los costos que tendrán en el momento de su instalación, así mismo los costos de operación y mantenimiento, las características del suelo, topografía, también es

de mucha importancia el impacto ambiental, al final se realizara un balance para poder demostrar los beneficios que tendrán.

5.4.1. Criterios de selección

Anteriormente nombramos los criterios de selección que constan como tratamientos básicos para los procesos biológicos de las aguas residuales del recinto San Francisco, a continuación, mostraremos unas tablas en la que presentaremos las variables que existen para el correcto proceso ya mencionado.

VARIABLE	VALOR (habitantes)
Población actual	680
Población futura	1055
Alcantarillado existente	No existe alcantarillado
Cobertura de agua potable	50% dentro de la zona de proyecto

Tabla # 17. Componentes Demográficos. Fuente: Los Autores

VARIABLE	VALORACIÓN
Permeabilidad suelo	Baja
Velocidad de infiltración	3,00
Textura	Fina
Tipo de suelo	Pedregoso arcilloso

Tabla # 18. Particularidades del suelo. Fuente: Los Autores

CLIMA	
Temperatura	22 a 30
Precipitación media	Diciembre-Mayo: Lluviosa
	Mayo-Diciembre: Seca
Viento	Según INAMHI se registra una velocidad media de 1,3 m/sg en los meses de julio-agosto y septiembre.

Tabla # 19. Factores del clima. Fuente: Los Autores

Se consideró como caracterización del agua residual la que se presenta en la tabla siguiente según lo descrito en el libro de Ingeniería de Aguas Residuales de Metcalf y Eddy:

Parámetros	Unidades	Concentración
Sólidos Totales	mg/l	350
Disueltos totales(STD)	mg/l	250
Fijos	mg/l	145
Volátiles	mg/l	105
Sólidos en suspensión	mg/l	100
Fijos	mg/l	20
Volátiles	mg/l	80
Sólidos sedimentables	ml/l	5
Demanda bioquímica de oxígeno, mg/l: 4 días, 20 °C (DBO ₅ , 20 °C)	mg/l	110
Carbono orgánico total (COT)	mg/l	80
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	250
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/l	20
Orgánico	mg/l	8
Amoníaco libre	mg/l	12
Fosforo (total en la forma P)	mg/l	4
Orgánico	mg/l	1
Inorgánico	mg/l	3
Cloruros	mg/l	30
Sulfato	mg/l	20
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/l	50
Grasa	mg/l	50
Coliformes totales	n. °/100 ml	10 ⁶ - 10 ⁷
Compuestos orgánicos volátiles (COVs)	µg/l	<100

Tabla # 20. Características del agua residual. Fuente: Metcalf & Eddy

COSTOS	
Costos de inversión	Sostenible para el recinto San Francisco
Costos de operación y mantenimiento	Relativamente bajos debido a que es un sistema biológico de depuración
Costos de terreno	Terreno propio
Recuperación de recurso	Ninguno

Tabla # 21. Costos. Fuente: Los Autores

Realizaremos una comparación entre las opciones propuestas y elegir según la conveniencia de nuestro proyecto y así mismo la facilidad y posibilidad de que se construya en el recinto.

Tanque Imhoff:

Ventajas:

- Integran la sedimentación del agua y a su vez la digestión de los lodos sedimentados en una misma unidad.
- Se necesita poco terreno en comparación de las lagunas estabilizadoras.
- Produce un líquido residual mejor que un tanque séptico.
- El lodo se seca y se puede evacuar con mayor facilidad.
- Antes que las aguas servidas ingresen es necesario que pasen solamente por una criba gruesa y que se separen las arenillas.
- Adecuado para comunidades pequeñas y tampoco necesita atención constante.
- No requiere de personal especializado ni de máquinas en especial.

Desventajas:

- Son estructuras profundas.
- En el momento de su construcción hay que tener en cuenta que el nivel freático lo puede afectar.
- Causa malos olores
- No genera abonos

Con la implementación del tanque Imhoff se pretende llegar a los siguientes porcentajes admisibles según la tabla:

PORCENTAJE DE REMOCIÓN CON IMPLEMENTACIÓN DE UNIDADES DE TRATAMIENTO			
PROCESO	% De Remoción de DBO	% De Remoción de S.S.	% De Remoción de Coliformes Fecales
Tanque IMHOFF	40%	50%	0%
Filtro Anaerobio	60%	50%	0%
Cloro	0%	0%	100%

Tabla # 22. Porcentaje de Remoción. Fuente: Los Autores

Lecho Bacteriano:

Ventajas:

- Aun es bajo el costo de su construcción.
- Tiene un alto rendimiento
- Genera abonos

Desventajas:

- Demanda mayor área
- Demanda de energía
- Requiere equipos y personal especializado
- Costos de mantenimiento alto

Filtro anaerobio de flujo ascendente: tanque séptico

Ventajas:

- Demanda menor área para su construcción
- No requiere de energía
- Fácil de construir
- Costo bajo de construcción
- No requiere personal ni maquinaria especializada

Desventajas:

- Costo de mantenimiento intermedio
- No genera abonos
- Requiere material granular

Un sistema de pretratamiento es indispensable en cualquier proyecto EDAR, el sistema debe de estar compuesto por:

- Transición de entrada y de salida
- Cribado
- Desarenador-Desengrasador

Estos componentes no permiten el paso de materiales o elementos que perjudiquen al funcionamiento de la EDAR.

4.4.2 Unidades de tratamiento

El tanque Imhoff será como sistema de depuración primaria, porque anteriormente analizamos las variables, ventajas y desventajas de las tres opciones descritas anteriormente, cabe recalcar que nuestro énfasis es en cumplir los parámetros de depuración que establece la ley de descarga hacia cuerpos receptores de agua dulce.

Consideraremos varios aspectos para nuestra planta de tratamiento:

Pretratamiento:

- Transición de entrada: Se refiere al tramo principal de la planta y sirve para disipar la energía con la que entra el agua.
- Transición de salida: A medida que avanza el flujo por el tramo de entrada, llegara al tramo de salida, completando el tramo final y así disipar la energía del agua en lo más mínimo.
- Compuerta de llegada: Sirve para retener el agua y que no ingrese a las cámaras de desarenado siempre y cuando se esté dando mantenimiento.
- Canal de cribado: Tramo en el cual se separan los materiales de gran tamaño por medio de rejillas.
- Desarenador: Se encarga de retener las partículas más finas hasta un diámetro de 0,15 mm.

- Pantallas Deflectoras: Sirven para atrapar las grasas.

Tratamiento Primario:

- Taque Imhoff: El tanque elimina del 40 al 50% de los sólidos suspendidos y así mismo disminuye los niveles de DBO de un 25 a 35%.

4.4.2.1 Pretratamiento

El pretratamiento es la fase en la que se separa el agua residual de desechos gruesos como basura, grasas, gravas que superan los 0,15 mm.

a. Transición de entrada y salida

Como ya hemos detallado anteriormente en este tramo la velocidad del agua residual disminuiría con respecto a la velocidad de entrada, se disminuye la velocidad con el fin de que la sedimentación sea lo más eficaz.

Aplicaremos la formula Hind para el diseño de la transición:

$$L = \frac{T1 - T2}{2 \tan 12.5^\circ}$$

Donde:

T1: Espejo de agua del desarenador

T2: Espejo de agua en donde se ubica el emisario, valor asumido

b. Compuertas de llegada

Las compuertas de llegada sirven para retener el flujo para el posterior mantenimiento a la cámara del desarenador.

c. Canales de cribado

Elimina la basura, elementos de gran tamaño, así como, piedras, plásticos, trozos de madera, etc.

Es compuesta por rejillas metálicas circulares colocadas en posición inclinada para dar mayor facilidad al cribado.

d. Desarenador

Después del cribado, se encuentra el desarenador, y sirve para que las partículas más pequeñas se sedimenten, aproximadamente superiores a 0,15 mm.

e. Pantallas deflectoras

Se encargan de atrapar las grasas, estas pantallas se encuentran en la superficie, ya que las densidades de las grasas son mucho menor que el agua, por lo tanto sube a la superficie y son atrapadas.

4.4.2.2. Tratamiento primario

En esta etapa se tiene como principal objetivo sedimentar las partículas menores a 0,15 mm, hasta los 0,05 mm.

a. Tanque Imhoff

Aquí ocurren dos fenómenos, el de sedimentación y de digestión. Consiste en varios compartimientos en donde los sólidos que están suspendidos se sedimentarán y los lodos serán absorbidos por un tubo que da salida al lecho de secado.

Para mantener al tanque Imhoff en un lugar adecuado y que se mantenga en buen estado debe de cumplir los siguientes aspectos:

- El tanque se deberá instalar en un lugar donde el nivel freático no logre afectar al mismo.
- Mantener la facilidad del acceso para realizar su mantenimiento

b. Capacidad del tanque Imhoff

El tanque está compuesto por la cámara de sedimentación y de la cámara de digestión, por lo tanto para determinar la capacidad del tanque hay que tener en cuenta a la cantidad de población que es servida, también tenemos que hacernos base al caudal del afluente, así la ecuación es la siguiente nos servirá para calcular el volumen del sedimentador.

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V, los lados tendrán una pendiente con respecto a la horizontal de 50 a 60 grados según las normas CPE INEN pág. 231, cap. 5.

El diámetro mínimo de la tubería por donde se evacuaran los lodos será de 200 mm, para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m.

Según (Romero J., 2000), para obtener una sedimentación efectiva y un periodo de desenlode apropiado debe de haber al menos 24 horas de retención en el tanque.

4.4.2.3. Tratamiento secundario

En esta etapa final se tiene como principal objetivo eliminar en mayor porcentaje los niveles de alcalinidad contenida en el agua residual, así llegaremos a los niveles permisibles que demandan las leyes vigentes.

4.4.3. Lechos de secado

Los lechos de secado sirven para tratar los lodos provenientes de los tratamientos que reciben las aguas residuales.

Los lechos de secado son métodos que son fáciles y económicos para deshidratar los lodos estabilizados, esto es una ventaja para el recinto por lo que es ideal para la pequeña comunidad.

Primero se deshidratan los lodos por medio del proceso de filtración y evaporación que son procesos que se llevan a cabo en la profundidad de estos tanques, después, se retira el lecho con cuidado y se lo lleva a un lugar para enterrarlos o como relleno sanitario, también se puede utilizar como abono, pero antes habría que realizar un estudio previo.



Figura # 22. Esquema Planta Depuradora. Fuente. Los Autores

4.4.4. Componente químico para la desinfección total

El cloro

Adoptaremos como componente químico el cloro para poder llegar a los niveles requeridos según las leyes vigentes, este se muestra a continuación en diferentes formas:

- El cloro (Cl₂) en forma líquida, envasado en cilindros a presión.
- Hipoclorito de sodio (NaClO) con un contenido de cloro activo de 10% a 15%.
- Hipoclorito de calcio [Ca(OCl)₂], también conocido como HTH (high test hypochlorite) con 70% de cloro disponible.
- Dióxido de cloro (ClO₂) producido en la misma planta de tratamiento de acuerdo con la siguiente reacción: $5 \text{ NaClO}_2 + 4 \text{ HCl} \rightarrow 4 \text{ ClO}_2 + 5 \text{ NaCl} + 2 \text{ H}_2\text{O}$.

- Monocloramina (NH₂Cl), formada por la adición de cloro y amonio al agua que va a ser desinfectada. Desinfección.

La cloración

El cloro es un oxidante que sin duda alguna en nuestro medio es el más importante que existe, debido a que reúne todas las ventajas requeridas, incluyendo su fácil dosificación y costo conveniente.

Sin embargo, presenta algunas desventajas:

- a) Es muy corrosivo.
- b) Puede producir sabor desagradable en el agua, incluso en concentraciones que no significan riesgo para el consumidor.
- c) Su manejo y almacenamiento requiere ciertas normas de seguridad, para evitar riesgos en la salud de los operadores.

El cloro, en condiciones normales de presión y temperatura, es un gas verde, dos y media veces más pesado que el aire.

Algunas de sus sales también tienen poder desinfectante. Las más usadas son el hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio, cuya eficiencia bactericida es idéntica a la del cloro y que producen reacciones similares en el agua.

Se emplean en plantas pequeñas, piscinas y pozos, pues los hipocloradores son más sencillos y económicos.

En términos generales, el costo del hipoclorito es más alto que el de la cloración con cloro gaseoso, pero en lugares donde no se pueden transportar cilindros de cloro o en situaciones de emergencia es la única alternativa posible.

Características del cloro como desinfectante

- a) Destruye los organismos patógenos del agua en condiciones ambientales y en un tiempo corto.
- b) Es de fácil aplicación, manejo sencillo y bajo costo.
- c) La determinación de su concentración en el agua es sencilla y de bajo costo.
- d) En las dosis utilizadas en la desinfección de las aguas, no constituye riesgo para el hombre ni para los animales.
- e) Deja un efecto residual que protege el agua de una posterior contaminación en la red de distribución.

CAPITULO VI

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6. Estudio de Impacto Ambiental

Un estudio de impacto ambiental es necesario en nuestro proyecto para poder evaluar los posibles daños causados por la construcción de la red de alcantarillado sanitario y pluvial, por lo que expresaremos los beneficios ambientales al instalar los sistemas de alcantarillado.

Las redes de alcantarillado acompañadas por una estación depuradora tienen como objetivo llevar las aguas residuales y tratarlas, en la cual debemos tener en cuenta un estudio técnico y estudio de impacto ambiental de la zona, por lo que podría afectar a la flora y fauna del lugar de estudio.

6.1. Marco Legal

Trabajaremos para nuestro proyecto con el Libro VI de la Calidad Ambiental, el cual sustituye al Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULA) y también con el Reglamento para el manejo de Desechos Sólidos, reglamentos que establecen disposiciones necesarias a cumplir para gestionar la correspondiente licencia ambiental, y así cumplir con todos los requerimientos en las diferentes etapas de construcción.

Los Capítulos III, IV, V correspondientes al libro de la calidad ambiental, nos indican los objetivos, los elementos y los procesos de evaluación de impactos ambientales, así mismo el Título IV establece el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el que incluyen las siguientes normas especificadas a continuación:

- Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes recurso agua
- Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.
- Norma de emisiones de aire desde fuentes fijas de combustión.

- Norma de calidad de aire ambiente.
- Límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y móviles, y para vibraciones.
- Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición de desechos sólidos no peligrosos.

6.2. Descripción del proyecto

El recinto de San Francisco perteneciente al cantón Naranjito, tiene una población de 653 personas, en este sector se desarrollara el proyecto de sistema de alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias, cuenta con servicios básicos como agua potable, luz eléctrica y teléfono.

El recinto carece de un sistema adecuado de alcantarillado, por tal razón, hemos visto la necesidad de diseñar:

- Alcantarillado sanitario y pluvial
- Estación depuradora de aguas residuales
- Descarga a los efluentes

De acuerdo a las características del agua residual del recinto, se han previsto los procesos de tratamientos de las aguas, y así poder cumplir con los parámetros y niveles permisibles de depuración.

El proceso de depuración empieza con un tratamiento preliminar que corresponde al desbaste, desarenado y desengrasado, después pasa por un tratamiento primario conformado por un tanque IMHOFF y luego un tratamiento secundario que está conformado por un filtro circular anaerobio de flujo ascendente.

Hemos descrito brevemente las fases o procesos de depuración de las aguas residuales, por lo que estamos propensos a presenciar un cambio del paisaje, estos cambios hacen que nosotros tomemos medidas adecuadas para poder mitigar los impactos o daños causados por este proceso.

Por otro lado, es importante dar a conocer también, las ventajas que tendría la biodiversidad al momento de la construcción de éstos sistemas.

6.3. Caracterización del área de influencia

6.3.1. Medio Físico

a. Características de la zona

La zona en la que se encuentra el recinto San Francisco, lugar en donde se desarrollara el proyecto es llano con pendientes entre el 1% al 5%.

Todo el terreno está conformado por arcilla cubierta por pastizales y arbustos, y también abunda los distintos tipos de cultivos que dan la comercialización de la zona.

b. Clima

La ciudad de Naranjito no posee estaciones climáticas, pero tomaremos como referencia una que se encuentra en la ciudad de Milagro, cuyas características y tiempos de duración se nombran en los capítulos anteriores.

c. Ruido

En nuestro proyecto y en todas las construcciones de alcantarillado se utiliza maquinaria pesada y también la circulación de automotores, que emiten ruido.

Como en el recinto San Francisco existen trabajos agrícolas también tendremos un bajo índice de ruido.

d. Calidad del aire

Debido a que el recinto está situado en un lugar alejado de la ciudad de Naranjito, no tendremos mayor contaminación o concentraciones de smoke a causa de los automotores, sin embargo debido a la falta de un adecuado sistema de alcantarillado, se perciben malos olores a causa de los pozos que se forman alrededor de las manzanas del recinto.

6.3.2. Medio Biótico

a. Flora

Como mencionamos anteriormente en el lugar de diseño y sus alrededores abunda la flora, conformada en su mayoría por plantas que son indispensables para la agricultura de la zona, así también existen pastizales para la poca ganadería existente en el sector.

b. Medio social y económico

Para un impacto ambiental es importante tener en cuenta los aspectos socioeconómicos del sector porque nos permite obtener datos sobre las necesidades de la población, así también saber los problemas que ellos atraviesan, y que uno de los principales es la falta de un alcantarillado.

6.4. Acciones y factores ambientales que afectan en la construcción del proyecto

En la etapa de construcción de un sistema de alcantarillado o de cualquier tipo de obra, es en donde más se verá afectado el ambiente, entorno y paisaje de la zona de construcción.

Una de las ventajas que se obtiene en esta etapa de construcción es la generación de empleo.

A continuación haremos una breve síntesis de estas acciones que intervienen en el proyecto y que afectarían al ambiente, flora, fauna, población, entre otras, en diferentes niveles.

a. Acciones a considerar durante la etapa de construcción

Al iniciar la etapa de construcción tenemos como proyección a realizar las siguientes acciones:

- Limpieza y desbroce
- Replanteo y nivelación
- Excavación del suelo natural a máquina
- Relleno compactado a máquina con material de mejoramiento
- Desalojo de material a máquina
- Transporte de materiales pétreos con volquetes
- Ruido y vibraciones por presencia y circulación de maquinaria
- Construcción de obras de concreto

b. Descripción de factores que se verán afectados durante la etapa de construcción

Para cada acción a realizarse en la etapa de construcción se verán afectados causas o factores que se desarrollan en cada una de estas acciones, a continuación mostraremos los factores:

Limpieza y desbroce: En el sector de construcción de nuestro proyecto existen arbustos que serán cortados así también plantas e hierbas presentes en el terreno.

Replanteo y nivelación: La afectación al medio ambiente es mínima, porque en esta etapa se utilizaran mojones de hormigón y estacas que irán en el suelo, por lo que la afectación del suelo será mínima.

Excavación del suelo natural a máquina: Es una de las etapas en donde más se verá afectado el ambiente, porque se eliminará al 100% la capa vegetal existente, se utilizará maquinaria pesada para la excavación lo que levantará el polvo en grandes masas, afectando la calidad del aire, también causará mucho ruido.

Relleno compactado a máquina con material de mejoramiento: Una vez realizada la excavación se procede a rellenar con material importado, esto generará mucho ruido mientras el suelo sea compactado y también a causa del cruce de maquinarias y vehículos pesados.

Desalojo de material a máquina: Esta actividad afectará al aire por lo que se utilizará retroexcavadoras para el traslado del desperdicio hacia las volquetas, lo que generará ruido, afectando al medio.

Transporte de materiales pétreos con volquetas: Camiones pesados como volquetas y vehículos de logística contaminan el aire y afectan en menor nivel al suelo.

Ruido y Vibraciones: Provenientes de las actividades de construcción, afectan a la flora y fauna.

Construcción de obras de concreto: Afecta mucho a la flora, debido a que en ésta actividad se utilizan materiales como ripio, arena y madera lo que afecta al paisaje que en antes estaba.

5.5. Identificación de factores ambientales que afectan en el transcurso de la etapa de operación y mantenimiento.

En la etapa de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento apreciaremos un mayor porcentaje de impactos positivos del proyecto a diferencia de los impactos negativos.

Una planta de tratamiento permitirá tratar las aguas residuales del recinto San Francisco durante todo el tiempo para la que fue diseñada, durante todo este lapso de tiempo la calidad de vida del sector mejorará notablemente, el incorrecto manejo, operación y mantenimiento de la estación depuradora podría estar causando impactos negativos de menor potencial.

a. Acciones que consideraremos durante la etapa de operación y mantenimiento

Las acciones más relevantes pueden ser:

- Incorrecto mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y también de la estación depuradora.
- Fallas operacionales en los sistemas de alcantarillado y estación depuradora
- Entender y dar importancia al buen mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y de la estación de aguas residuales.

Por otra parte, consideraremos:

- Desarrollo de la zona
- Cambio del paisaje o modificación de hábitat

b. Recursos y factores afectados durante la etapa de operación y mantenimiento

Hemos descrito anteriormente las acciones más relevantes de la zona del proyecto, durante la etapa de operación y mantenimiento.

A continuación detallaremos cada una de estas acciones:

Incorrecto mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y también de la estación depuradora: Es una de las acciones más peligrosas que existen en esta etapa, ya que al no dar un buen mantenimiento, podría obtenerse fugas en

las tuberías del alcantarillado, debido a la producción de gases tóxicos y malos olores.

Fallas operacionales en los sistemas de alcantarillado y estación depuradora: Las fallas podrían causar fugas o taponamientos de las tuberías en los sistemas de alcantarillado y a su vez obtener una mala calidad del agua debido al mal funcionamiento de la estación depuradora.

Entender y dar importancia al buen mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y de la estación de aguas residuales: Es de mucha importancia entender que con un adecuado mantenimiento de los sistemas, es fundamental para garantizar las características del efluente, cumplan con los parámetros de depuración.

Cambio del paisaje o modificación del hábitat: En la construcción de los sistemas de alcantarillado las tuberías siempre estarán por debajo de la tierra, lo que es una ventaja en cuanto al cambio del paisaje, lo que si modificaría el paisaje es la estación depuradora.

Desarrollo de la zona: Es evidente que el recinto San Francisco tendrá un aporte al desarrollo de la zona muy importante cuando los sistemas de alcantarillado y estación depuradora estén en funcionamiento.

Magnitud			Importancia		
Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Mediana	2	Mediana	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Mediana	Baja	4	Temporal	Local
5	Mediana	Mediana	5	Mediana	Local
6	Mediana	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Mediana	8	Mediana	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional

**Tabla # 22. Tabla de valoración e importancia de la matriz causa efecto. Fuente:
Leopold.**

Para usar la matriz de Leopold se deberá:

- Delimitar el área a evaluar, en este caso los sectores por el cual atravesaran los alcantarillados sanitario y pluvial, y donde se ubicara la EDAR.
- Para cada acción existirá un efecto, por lo tanto se deberá especificar en la tabla.
- Dar un rango del 1 al 10 para cada elemento.
- Determinar si las magnitudes son positivas y negativas.
- Enmarcar cuantos elementos son afectados por el proyecto y a su vez especificar si son positivos y negativos.

A continuación estableceremos según la metodología de Leopold una tabla indicando los rangos que establecen si los impactos son positivos y negativos.

RANGOS	IMPACTO	
-70.1 a -10	NEGATIVO	MUY ALTO
-50.1 a -70	NEGATIVO	ALTO
-25.1 a -50	NEGATIVO	MEDIO
-1 a -25	NEGATIVO	BAJO
1 a 25	POSITIVO	BAJO
25.1 a 50	POSITIVO	MEDIO
50.1 a 80	POSITIVO	ALTO
80.1 a 100	POSITIVO	MUY ALTO

Tabla # 24. Tabla de evaluación de impactos según Leopold. Fuente: Leopold

Los resultados que obtuvimos en la matriz de calificación de impactos por el método de Leopold, los mostraremos a continuación:

ACTIVIDAD	AFECCIONES POSITIVAS	AFECCIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
Replanteo y Nivelación	2	5	16
Limpieza y Desbroce	1	11	-16
Excavación del Suelo Natural a Maquina	1	12	-141
Relleno Compactado a Maquina con Material de Reposición	1	12	-70
Transporte de Materiales Pétreos con Volquetes	1	12	-77
Ruido y Vibraciones	0	3	-3
Construcción de Obras de Concreto	4	11	-108

Mantenimiento Inadecuado de los Sistemas de AASS. AALL Y EDAR	0	14	-245
Fallas de Operación de los Sistemas de AASS. AALL Y EDAR	0	14	-282
Comprensión del Funcionamiento de los Sistemas de AASS. AALL Y EDAR	2	4	73
Mantenimiento Adecuado de los Sistemas AASS, AALL Y EDAR	10	0	252
Cambio del Paisaje	6	1	266
Desarrollo de la Zona	3	0	138

Tabla # 25. Tabla de afectación según las actividades. Fuente: Los autores

COMPONENTE AMBIENTAL			AFECCIONES POSITIVAS	AFECCIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
Características físicas y químicas	Tierra	Suelo	1	9	-71
		Geomorfología	1	10	-32
		Contaminación del suelo	0	7	-87
	Agua	Descontaminación del agua	2	3	12
		Recarga cuerpo receptor	3	2	73
	Aire	Contaminación del aire	1	7	-74
		Olores	1	7	-38
		Proliferación de vectores	1	2	-8
		Polvo	0	6	-90
		Ruido	0	7	-63
Flora	Arboles	0	0	0	
	Arbustos	1	9	-82	
	Hierbas	1	9	-80	
	Cultivos	2	0	42	

Condiciones biológicas	Fauna	Aves	1	8	-3
		Animales terrestres	0	11	-104
Factores culturales	Uso del territorio	Paisaje	1	3	-13
		Agricultura	1	3	-19
		Ganadería	1	8	-60
	Nivel cultural	Empleo	10	0	358
		Servicios básicos	4	0	252

Tabla # 26. Tabla de afectación según componentes ambientales. Fuente: Los autores

Entonces, nos muestra la tabla de componentes más afectados que a causa de las acciones se han visto más contaminados o dañados, y son:

- Aire: que se ve afectado por la emisión d gases de invernadero, los malos olores, el polvo y ruido que es producido por la maquinaria pesada y proliferación de vectores.
- Suelo: es otro componente ambiental afectado por el movimiento de tierra que se producirá para la colocación e instalación de colectores y tuberías, así mismo, la propia compactación que se daría al utilizar maquinaria pesada.

Estos dos componentes ambientales en relación a los demás que tienen un porcentaje menor, son afectados en la etapa de construcción, aunque según el método de Leopold el impacto positivo es de un porcentaje alto.

En el recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito existe un centro educativo, en el cual se forman en su mayoría niños y niñas, éste contará con los servicios básicos de alcantarillado lo que causara una disminución de estanqueidad del agua residual de la escuela y de la lluvia.

En la etapa o fase de operación de los sistemas de alcantarillados se presentará notablemente un elevado índice positivo de impacto, lo que será beneficioso para el centro educativo.

CAPITULO VII

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

A continuación, los autores presentarán un manejo de impacto ambiental, el cual establecerá las diferentes acciones que se requieren y se adecúen de mejor manera para prevenir, mitigar, controlar y corregir los efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo de la construcción, funcionamiento y mantenimiento del sistema de alcantarillado y de la planta depuradora, los cuales ya fueron identificados en el capítulo anterior

6.7. Medidas de Mitigación

En la ejecución de los sistemas de alcantarillado y también de la estación depuradora, se tomarán las siguientes medidas:

6.7.1. Durante la construcción

Para la protección del ecosistema: En la etapa de construcción es inevitable apreciar algún material sobrante de construcción que estese sobre la tierra, por lo tanto bajo ningún motivo se permitirá la disposición de estos residuos ni tampoco la construcción de botaderos, para esto se contará con camiones que lleven el desperdicio al lugar más cercano que haya sido aprobado por el municipio.

Para evitar el arrastre de sólidos: Deberá existir el personal adecuado que vigile el desalojo completo de los desperdicios de los materiales de construcción y de excavación para evitar que la operación de los sistemas de alcantarillado y EDAR no funcionen correctamente.

6.7.2. Durante la etapa de operación y mantenimiento

Para el correcto mantenimiento de la obra: Uno de los puntos más importantes en cuanto a mantener la obra en su totalidad funcionando, es la de dar un adecuado mantenimiento para evitar daños de la obra y a su vez ambientales, se lo realizará de acuerdo al manual de operación y mantenimiento que será descrito más adelante.

Para prevenir la contaminación y a su vez evitar sus efectos: El lugar del proyecto deberá relucir y estar limpia para que así, evite el daño del paisaje del recinto.

6.8. Comparación Ambiental De Las Alternativas

Antes de analizar y comparar cada alternativa tenemos que establecernos imaginariamente recopilar y analizar los resultados de los datos analizados anteriormente de acuerdo al diseño de nuestros sistemas de alcantarillado para el recinto San Francisco y así tomar la mejor opción, siempre y cuando nos favorezca y exista el apoyo de todos los parámetros y acciones a realizarse.

Al final de nuestro análisis de estudio de impacto ambiental, tenemos dos opciones que demuestran en una comparación, la una de la otra, ventajas favorables para el recinto San Francisco, y son:

6.8.1. Alternativa sin proyecto:

Al no ejecutar un proyecto para cualquier ciudad, causaría impactos desfavorables, principalmente para la sociedad y el ecosistema que lo rodea, el recinto San Francisco necesita urgentemente la construcción de un sistema de alcantarillado y de una estación depuradora para que canalice las aguas residuales de todo el sector y a su vez, ésta sea tratada adecuadamente para su uso y sea vertida en los esteros "El Toro y "El Hediondo", que según la topografía abarcarían toda el agua tratada y que puedan llevar a los cauces y canales que se encuentran alrededor de ellos, esto evitaría la proliferación de enfermedades que es el principal problema de la sociedad, y para el buen desarrollo del recinto.

6.8.2. Alternativa con proyecto a ejecutar:

Sin duda, es la mejor opción, ya que anteriormente hemos citado varios impactos positivos que causara la construcción del sistema de alcantarillado, sin embargo,

para evitar el daño al paisaje del sector o del lugar de construcción, se tratará de ocupar el espacio mínimo y a su vez, se optará una vez enterradas las estructuras, colocar una capa vegetal para cubrir el daño causado.

CAPITULO VII

MANUAL DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL

7. Manual De Operación Y Mantenimiento

7.1. Operación Y Mantenimiento De Los Sistemas De Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Un excelente diseño y apropiada construcción no son lo suficientes para que un sistema de alcantarillado trabaje realice un adecuado trabajo.

Es de mucha importancia saber operar y darle el mantenimiento adecuado, así como también, proteger todo el sistema de materiales arrojados por los habitantes del sector que pueden causar dalo al sistema.

En su gran parte, los problemas que se presentan en los sistemas de alcantarillado son a causa del mal manejo de los usuarios, introduciendo basura por las rejillas de alcantarillado pluvial, también se dan muchos casos en que las tapas de los pozos son rotos y ésta a su vez causa que las personas desechen cualquier tipo de material solido que perjudicaría al sistema, en este caso al taponamiento de colectores.

Es importante estar al día con las inspecciones rutinarias de cada tramo, ya que beneficiaría al sistema para evitar bloqueos.

Las visitas son hechas visualmente de pozo a pozo con linterna apuntando de pozo a pozo y sin sumergirse se utilizara varas con espejos para su mejor apreciación.

7.2. Mantenimiento

a. Pozos de revisión

- Todo pozo contiene olores dañinos para la salud de las personas, por lo tanto, se deberá abrirlos y esperar 30 minutos para poder introducirse en el pozo.

- Antes de enfrentarse al invierno se deberá inspeccionar los pozos y sacar los residuos sólidos.
- Si los tubos o colectores están ahogados, quiere decir que hay un acumulamiento de agua, por lo que se deberá retirar el volumen adecuado.
- Por motivo que las tapas están al aire libre se deberán observar si están o no dañadas, así mismo las tuberías.
- Llevar un libro de apuntes con las fechas que se llevan a cabo cada mantenimiento.
- Se llevará una linterna, una herramienta para retirar la tapa y una soga con un plomo redondo.
- Estarán a cargo, un operador y un ayudante.
- La inspección se la realizará al menos seis meses.

b. Tramos de Tubería

- Siempre en los tramos iniciales de las tuberías se realizara el lavado.
- Para realizar esta acción se recomienda evitar hacerlo en días de invierno.
- La salida del pozo se deberá tapar con un elemento redondo
- Una vez tapado el tramo de salida llenar de agua el tramo inicial o cabecera a 40 centímetros de altura.
- En los tramos intermedios se recomienda inundar hasta 60 centímetros.

- Luego retiramos el tapón.
- Por último, el agua se vaciara y procedemos a tapar el pozo.
- Recoger y ordenar las herramientas utilizadas y guardarlas
- Anotar la fecha que se realiza el mantenimiento.

7.3. Medidas correctivas

a. Tramos de tubería

- Si un pozo se encuentra seco, quiere decir que siempre el tramo anterior al pozo esta obstruido.
- Una vez localizado el tramo se descenderá al pozo seco para trabajar desde ahí.
- Colocar una malla gruesa que sea menor de 2 centímetros de plástico en el pozo seco de aguas abajo.
- Introducimos una varilla de acero manualmente o con equipo portátil y realizar movimientos circulares hasta que se sienta pesada.
- Luego retiraremos la varilla con los obstáculos enredados e introducimos nuevamente la varilla hasta destapar la tubería.
- Una vez que se ha destapado la tubería se deberá retirar los sólidos que están en la malla y desecharlos en su lugar.
- Terminado este proceso se limpiaran las herramientas y se anotara en el libro la fecha que se dio mantenimiento.

7.4. Seguridad del personal correspondiente al mantenimiento y operación

Uno de los parámetros más importantes a cumplir es de dar la seguridad a los trabajadores de la etapa de operación y los de mantenimiento.

Los trabajadores están obviamente expuestos a lugares altamente contaminados, por lo que podrían contraer diversas enfermedades, a continuación mostraremos en la siguiente tabla los instrumentos de seguridad:

UNIDAD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	PERSONAL	INSTRUMENTOS DE SEGURIDAD
Alcantarillado sanitario y pluvial	Operación y mantenimiento de los pozos y tramos de tubería para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.	1 vez cada seis meses	Operador más ayudante o peón	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Botas de caucho ➤ Guantes ➤ Mascarillas ➤ Chalecos reflectivos ➤ Cascos

Tabla # 27. Instrumentos de seguridad para el personal de operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado. Fuente: Los autores

7.5. Operación y mantenimiento de la estación depuradora de aguas residuales

7.5.1. Generalidades

En el manejo de la EDAR se necesita personal especializado y por lo tanto nuestra investigación como tal permitirá dar a conocer el proceso de cada etapa para el correcto manejo de la planta depuradora del recinto San Francisco, en éste manual mostraremos la información adecuada.

A continuación iremos detallando la correcta operación y mantenimiento de las etapas o fases de una EDAR por orden.

7.5.2. Calibración de equipos

El manual contiene datos reales para el correcto funcionamiento de la estación y de equipos, como son:

- Calibrar los equipos de medición
- Medir los tiempos que retienen las unidades mediante pruebas de trazadores
- Calibrar válvulas

7.5.3. Unidades de pre tratamiento

a. Transición de entrada

La transición de entrada se refiere al tramo primario por la que ingresarán las aguas residuales, el objetivo principal es reducir la velocidad al final de éste emisario o tramo principal y así disipar la energía con la que llega, para que exista un rebose suave del flujo.

Como vemos es de mucha importancia ésta primera parte, por lo que su mantenimiento se deberá realizar casi a diario, sin antes, un operador revise la transición.

Para su posterior limpieza utilizaremos las siguientes herramientas:

- Rastrillo
- Pala
- Carretilla

Una vez retirados los sólidos se los llevaran al botadero municipal.

b. Canales de cribado

Los canales de cribado sirven para dar a las aguas residuales menor carga de sólidos de mayor tamaño, como lo son: trapos, trozos de madera, trozos de plástico, gravas, etc.

Aquí se utilizan rejas metálicas ubicadas paralelamente y espaciadas de forma uniforme para poder detener éstos sólidos que se encuentran en suspensión, cada vez que las rejas cumplan su función de retener los sólidos, éstas se verán obligadas a ser limpiadas para que el agua fluya con mayor libertad.

La limpieza se la realizara manualmente, levantando las rejas y llevarlas a los lados, en donde estarán las charolas de depósitos y posterior a esto se deberá limpiar y ubicar la basura en los botaderos municipales, y no dejarlas mucho tiempo a la intemperie para evitar la propagación de enfermedades.

c. Desarenadores

Como ya comentamos anteriormente, iremos paso a paso, por lo que luego de atrapar los sólidos más grandes se realizara la limpieza del desarenador.

Un desarenador es un elemento fundamental de una planta de tratamiento que permite a las partículas más finas como las de arenas u otras materias orgánicas más pesadas que el agua.

Para realizar la limpieza se abrirán las válvulas para evacuar el agua, luego con un balde y una pala se retirarán los sólidos sedimentados, ésta operación se facilita al tener dos Desarenadores, que servirían para llenar uno mientras se limpia el otro.

La disposición de las arenas que han sido limpiadas servirán como relleno, caminos, secado de lado entre otros siempre y cuando no contenga malos

olores, caso contrario se las llevara junto a los demás desperdicios al botadero municipal.

d. Pantallas deflectoras o cámara de grasas

Es necesaria la separación de las grasas de las aguas residuales, para realizar la limpieza se deberá observar el volumen de grasas suspendidas en el agua.

Ya que las grasas son más livianas que el agua, terminaran flotando en la superficie, se procederán a sacarlas con baldes o cucharones.

La cantidad de grasas dependerá de las actividades diarias que se realiza dentro del recinto, lo que se realiza siempre es el lavado de vajillas lo que emite grasas a diario de todas las casas del sector y como ya habíamos nombrado anteriormente existe una lubricadora lo que aumenta el porcentaje de grasas.

Se llevara las grasas al botadero junto a los sólidos o serán enterradas.

7.5.4. Unidad de tratamiento primario

Según las normas CPE-INEN, de las Normas de Estudio y Diseño de Sistemas de Agua potable y Disposición De Aguas Residuales, Llamamos unidad de tratamiento primario a todo sistema que permite remover los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables.

Ésta primera fase permite quitar en un 70 % los sólidos totales, como estamos en una zona rural nos permite utilizar tanque Imhoff, también se utilizan los procesos de digestión anaeróbica.

a. Tanque Imhoff

Antes que el agua residual ingrese al tanque, esta deberá pasar por un cribado y un desarenador, dentro del tanque se encuentran dos cámaras de sedimentación y el digestor, en esta última se encontrara la tubería que impulsará los lodos hacia el lecho.

Se recomienda poner en funcionamiento al tanque en los meses con mayor temperatura para que el desarrollo de los microorganismos se apresure.

b. Uso de Cloro

Según las normas CPE INEN en el capítulo 9-1, si en los diferentes procesos de tratamiento no se llega a los niveles requeridos de desinfección, se optará por usar cloro, siempre y cuando sea utilizado con la debida precaución.

En el último proceso de desinfección se usará cloro como componente químico, sabiendo y teniendo en cuenta la peligrosidad de afectación para el ser humano se deberá cumplir con reglamentos establecidos para el uso correcto del mismo:

La cantidad del compuesto químico a utilizar para la desinfección del agua será según la capacidad del tanque, se puede utilizar en forma de tabletas o granular, las cuales prevén una fuente de 18 a 22 horas.

Se realizará la sumersión de las tabletas siempre y cuando se use mascarilla y guantes apropiados para la manipulación de las mismas, el trabajo deberá ser supervisado y se deberá mantener reservado el resto de material químico con las debidas precauciones, el aislamiento del cloro o cualquier componente químico tendrá que tener su respectiva ventilación y seguridad.

Operación:

En la zona o cámara de sedimentación observaremos el nivel de sedimentos al que llegara dentro del tanque, cuando este llegue al nivel de la estructura de ingreso producirá un mal funcionamiento de la planta.

La zona de ventilación es una parte muy importante que debemos tener en cuenta, al momento que el proceso dentro del tanque se mantenga estable, podremos observar cómo se acumula una lámina o una nata en la superficie de ventilación, un exceso de material puede causar malos olores.

Mantendremos esta situación bajo control, descargando las natas o espumas a los lechos de secado y colocarlos o enterrarlos en un lugar apropiado.

Toda la nata o material flotante deberá limpiarse o removerse con un desnatador, que es una palanca de 0.45*0.45 de malla.

Semanalmente o cuando se requiera de la limpieza de las grasas que se depositan en las paredes del sedimentador mediante raspadores.

El personal requerido para la operación y mantenimiento del tanque Imhoff deben de ser dos personas, de un operador y su ayudante, más que nada su capacidad de aprendizaje será de mucha importancia para que puede ejecutarse el trabajo.

El operador deberá cumplir las siguientes actividades:

- Limpiar la cámara de rejillas tanto al ingresar como al terminar su turno de trabajo.
- Retirar el material flotante que pudieran estar presentes en la superficie del tanque Imhoff.
- Disponer adecuadamente los desechos retenidos en la cámara de rejillas y los retirados de la superficie del tanque Imhoff.

- Drenar periódicamente el lodo del tanque Imhoff hacia los lechos de secado.
- Conjuntamente con su ayudante limpiar los lechos de secado y poner los lodos secos adecuadamente y lejos de la planta de tratamiento.

Las cualidades mínimas del operador deberán ser:

- Educación primaria.
- Certificado de la Policía de Investigaciones del Ecuador de no tener antecedentes policiales.
- Aptitud para el tipo de trabajo.
- Coordinación motora.
- Coordinación visual.
- Sociable.
- Habilidad para con los números.

7.5.5. Lechado de secado

Una vez que se ha depositado el lodo sobre el filtro de la era de secado, esperaremos 3 semanas para lo cual procedemos a retirar de forma manual.

En gran parte el lodo será utilizado como abono ya que es deshidratado y estabilizado, se deberá retirar cuidadosamente para no extraer la parte superior de lodo del filtro en su parte superior.

Programa de pruebas de laboratorio y campo:

- Lecho de secado.- Se deberá evaluar el grado de avance de la deshidratación para así poder determinar el momento de la limpieza y el mantenimiento del lecho de secado. Adicionalmente, medir la humedad del lodo húmedo y seco.

Riesgo para el personal:

El operador, auxiliar o cualquier otra persona que trabaje en la planta de tratamiento al final de cada jornada deberá lavarse cuidadosamente las manos y la cara. De ser posible deberá tomar baño con jabón desinfectante. El mismo cuidado deberá tenerse a la hora de refrigerio.

7.5.6. Seguridad del personal de operación y mantenimiento

En toda etapa constructiva y de operación de cualquier obra es de mucha importancia dar la seguridad al personal, se tomaran las mismas consideraciones pero cuando se trate de limpiar las fosas y filtros anaeróbicos deberán estar obligatoriamente dos personas observando el proceso, ya que los malos olores podrían matar en minutos a las personas.

CAPITULO VIII
PRESUPUESTO

8. Presupuesto

Un presupuesto es el costo total referencial del análisis de todos los rubros a ejecutarse en una obra, hemos diseñado el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, por lo tanto, tendremos un valor referencial para su pronta ejecución.

8.1. Presupuesto total de construcción

Llamamos presupuesto total a la sumatoria del valor de todos los rubros más el porcentaje de costos indirectos, este porcentaje según la Ley de Contratación Pública no debe de exceder el 25%.

8.2. Análisis de precios unitarios

Es una fase en la cual se analiza cada rubro a ejecutarse, la entidad contratante pagara por rubro en moneda al contratista por unidad de obra y en porcentaje por la que se vaya ejecutando la obra.

Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
A	TRABAJOS PRELIMINARES				
1	Limpieza y Desbroce	m2	1.656,91	1,04	1.723,19
2	Replanteo y nivelación	km	2,37	648,25	1.536,35
3	Caseta de bodega	Global	1,00	1.600,00	1.600,00
				Subtotal	\$ 4.859,54
B	RED DE COLECTORES				
1	Excavación a máquina hasta 2.00m de altura	m3	150,39	2,96	445,15
2	Excavación a máquina mayor a 2.00m hasta 3.50m de altura	m3	48.265,00	3,01	145.277,65
3	Excavación a máquina mayor a 3.50m de altura	m3	1.542,88	3,26	5.029,79
4	Desalojo de material de 0.01km a 5km (incluye esponjamiento)	m3	29.974,96	3,90	116.902,35
5	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 250mm - Serie 5, incluye instalación	ml	664,68	23,80	15.819,38
6	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 280mm - Serie 5, incluye instalación	ml	400,00	25,64	10.256,00
7	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 315mm - Serie 5, incluye instalación	ml	500,00	35,08	17.540,00
8	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 250mm	ml	664,68	2,25	1.495,53
9	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 280mm	ml	400,00	2,45	980,00
10	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 315mm	ml	500,00	2,62	1.310,00
11	Construcción de cámara Tipo I, D = 900mm, hasta 2.5m de altura, circular, incluye tapa de hormigón	u	26,00	3.680,00	95.680,00
12	Construcción de cámara Tipo II, D = 1000mm, hasta 2.75m de altura, circular, incluye tapa de hormigón	u	-	-	0,00
13	Construcción de cámara Tipo III, Base cuadrada 1.50x1.50 y cuello circular D = 1.00m, hasta 3.65m de altura, incluye tapa de hormigón	u	-	-	0,00
14	Construcción de cámara Tipo IV, Base rectangular 1.50x2.50 y cuello circular D = 1.00m, hasta 4.65m de altura, incluye tapa de hormigón	u	-	-	0,00
15	Construcción de cámara Tipo V, Base rectangular 1.50x3.00 y cuello circular D = 1.00m, hasta 4.75m de altura, incluye tapa de hormigón	u	-	-	0,00
16	Colchon de Arena y Recubrimiento	m3	132,55	17,20	2.279,91
17	Relleno compactado mecánicamente con material del lugar	m3	90,23	5,42	489,07
18	Relleno compactado mecánicamente con material cascajo importado	m3	90,23	12,00	1.082,81
19	Bombeo D=3"	día	45,00	95,00	4.275,00
20	Suministro y Colocación de subbase espesor 20 cm	m3	391,17	32,00	12.517,44
21	Transporte de material importado	m3/km	5,00	0,18	0,90
				Subtotal	\$ 431.380,98
C	TANQUE IMHOFF				
1	Limpieza y Desbroce	m2	200,00	1,04	208,00
2	Trazado y replanteo	ml	50,00	1,25	62,50
3	Excavación a máquina mayor a 3.50m de altura	m3	432,00	3,26	1.408,32
4	Relleno con material importado (cascajo)	m3	36,00	18,12	652,32
5	Desalojo de material de 0.01km a 5km (incluye esponjamiento)	m3	432,00	3,90	1.684,80
6	Transporte de material importado	m3/km	3.222,00	0,32	1.031,04
7	Provisión e instalación de tubería para alcantarillado norma INEN 2059 Tipo B de 200 mm	ml	18,00	18,37	330,66
8	Hormigón simple F'c=240 kg/cm2 , inc. Impermeabilización	m3	37,28	315,48	11.761,09
9	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	9.500,66	2,51	23.846,65
10	Encofrado y desencofrado	m2	294,36	42,00	12.363,12
11	Mejoramiento de los accesos al tanque Imhoff con material importado tendio, hidratado y compactado	m3	59,40	34,75	2.064,15
				Subtotal	\$ 55.412,65

D	FILTRO ANAEROBIO				
1	Limpieza y Desbroce	m2	80,00	1,04	83,20
2	Trazado y replanteo	ml	45,00	1,25	56,25
3	Excavación a máquina mayor a 2.00m hasta 3.50m de	m3	56,65	3,01	170,52
4	Relleno con material importado (cascajo)	m3	11,33	18,12	205,30
5	Desalojo de material de 0.01km a 5km (incluye esponjamiento)	m3	56,65	3,90	220,94
6	Transporte de material importado	m3/km	1.563,30	0,32	500,26
7	Hormigón simple F'c=240 kg/cm2 , inc. Impermeabilización	m3	5,27	315,48	1.662,58
8	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	956,06	2,51	2.399,71
9	Encofrado y desencofrado	m2	52,02	42,00	2.184,84
10	Losetas de hormigón armadop perforado 0.50x0.50	u	104,00	32,00	3.328,00
11	Relleno con grava de 40mm - 70mm para filtro	m3	40,78	35,45	1.445,65
12	Mejoramiento de los accesos al Filtro Circular Anaerobio	m3	50,00	34,75	1.737,50
				Subtotal	\$ 13.994,75
E	LECHO DE SECADO DE LODOS				
1	Limpieza y Desbroce	m2	125,00	1,04	130,00
2	Trazado y replanteo	ml	60,00	1,25	75,00
3	Excavación a máquina hasta 2.00m de altura	m3	61,50	2,91	178,97
4	Relleno con material importado (cascajo)	m3	24,64	18,12	446,51
5	Desalojo de material de 0.01km a 5km (incluye	m3	61,50	3,90	239,85
6	Transporte de material importado	m3/km	10.056,15	0,32	3.217,97
7	Hormigón simple F'c=240 kg/cm2	m3	22,30	315,48	7.035,20
8	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	297,30	2,51	746,22
9	Encofrado y desencofrado	m2	205,00	42,00	8.610,00
10	Relleno con arena de 0.3 -1.3mm Cu=2 y 5	m3	12,32	17,20	211,92
11	Relleno con piedra triturada de 3/4" a 2"	m3	24,64	28,94	713,14
12	Ladrillo	u	5.600,00	0,20	1.120,00
13	Tubo PVC corrugado drenaje perforado D=160mm	ml	30,00	8,66	259,80
14	Mejoramiento de los accesos al lecho de lodos con material	m3	273,60	34,75	9.507,60
				Subtotal	\$ 32.492,18
F	MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y				
1	Implementos de seguridad	u	50,00	90,60	4.530,00
2	Señal Hombres Trabajando	u	10,00	128,22	1.282,20
3	Agua para control de polvo	m3	1.000,00	2,26	2.260,00
4	Señal peligro salida de vehículos	u	6,00	128,22	769,32
5	Comunicados radiales	u	5,00	9,60	48,00
6	Charlas de concienciación	día	3,00	150,00	450,00
7	Recipiente para desechos sólidos	u	12,00	31,64	379,68
8	Batería sanitaria	u	4,00	336,00	1.344,00
9	Rótulos ambientales (0,60 x 1,20) m	u	8,00	162,11	1.296,88
10	Rótulos ambientales (1,20 x 2,40) m	u	8,00	288,71	2.309,68
11	Monitoreo y medición de ruido	hora	24,00	17,99	431,76
12	Monitoreo y medición de polvo PM10 y PM2,5	hora	24,00	32,97	791,28
13	Monitoreo y medición de aire NOX, SO2, CO2	hora	24,00	38,97	935,28
14	Letreros reflectivos	u	10,00	156,00	1.560,00
15	Pasos peatonales de madera	u	10,00	192,00	1.920,00
16	Requerimientos operativos por Gestión Social y ambiental de Proyectos	día	4,00	792,00	3.168,00
				Subtotal	\$ 23.476,08
				TOTAL	\$ 561.616,18

Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
A	TRABAJOS PRELIMINARES				
1	Limpieza y Desbroce	m2	1.948,32	1,04	2.026,26
2	Replanteo y nivelación	km	2,78	648,25	1.802,14
3	Caseta de bodega	Global	1,00	1.600,00	1.600,00
				Subtotal	\$ 5.428,40
B	RED DE COLECTORES				
1	Excavación a máquina hasta 2.00m de altura	m3	300,78	2,96	890,31
2	Excavación a máquina mayor a 2.00m hasta 3.50m de altura	m3	124.098,04	3,01	373.535,10
3	Excavación a máquina mayor a 3.50m de altura	m3	1.542,88	3,26	5.029,79
4	Desalojo de material de 0.01km a 5km (incluye esponjamiento)	m3	24.564,00	3,90	95.799,60
5	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 440mm - Serie 5, incluye instalación	ml	178,33	52,78	9.412,26
6	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 500mm - Serie 5, incluye instalación	ml	100,00	53,58	5.358,00
7	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 650mm - Serie 5, incluye instalación	ml	53,90	121,50	6.548,85
8	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 760mm - Serie 5, incluye instalación	ml	272,36	168,24	45.821,85
9	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 875mm - Serie 5, incluye instalación	ml	356,35	225,74	80.442,45
10	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 975mm - Serie 5, incluye instalación	ml	420,00	278,46	116.953,20
11	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1035mm - Serie 5, incluye instalación	ml	371,88	293,11	109.001,75
12	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1150mm - Serie 5, incluye instalación	ml	580,00	317,45	184.121,00
13	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1245mm - Serie 5, incluye instalación	ml	100,00	399,47	39.947,00
14	Provisión e instalación de tubo PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1345mm - Serie 5, incluye instalación	ml	200,00	488,29	97.658,00
14	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 440mm	ml	178,33	3,25	579,57
15	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 500mm	ml	100,00	3,85	385,00
16	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 650mm	ml	53,90	4,05	218,30
17	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 760mm	ml	272,36	4,62	1.258,30
18	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 875mm	ml	356,35	4,92	1.753,24
19	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 975mm	ml	420,00	5,22	2.192,40
20	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1035mm	ml	371,88	5,68	2.110,42
21	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1150mm	ml	580,00	7,20	4.176,00
22	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1245mm	ml	100,00	8,32	832,00
23	Prueba de estanqueidad de tubería PVC rígido de pared estructurada e interior lisa D= 1345mm	ml	200,00	9,52	1.904,00
24	Construcción de cámara Tipo III, Base cuadrada 1.50x1.50 y cuello circular D = 1.00m, hasta 3.65m de altura, incluye tapa de hormigón	u	13,00	4.551,22	59.165,86
25	Construcción de cámara Tipo IV, Base rectangular 1.50x2.50 y cuello circular D = 1.00m, hasta 4.65m de altura, incluye tapa de hormigón	u	9,00	6.785,40	61.068,60
27	Colchon de Arena y Recubrimiento	m3	155,86	15,96	2.487,53
28	Relleno compactado mecánicamente con material del lugar	m3	180,47	5,38	970,92
29	Relleno compactado mecánicamente con material cascajo importado	m3	433,12	15,00	6.496,85
30	Bombeo D=3"	día	45,00	90,00	4.050,00
31	Suministro y Colocación de subbase espesor 20 cm	m3	181,38	31,15	5.649,89
32	Transporte de material importado	m3/km	5,00	0,18	0,90
				Subtotal	\$ 1.325.818,94

D	MURO CABEZAL DE DESCARGA				
1	Hormigón estructural F'c=280 kg/cm2, incluye impermeabiliz	m3	10,20	426,42	4.349,48
2	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	750,00	2,51	1.882,50
3	Encofrado y desencofrado	m2	75,00	42,00	3.150,00
				Subtotal	\$ 9.381,98
E	MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTALES				
1	Implementos de seguridad	u	50,00	90,60	4.530,00
2	Señal Hombres Trabajando	u	10,00	128,22	1.282,20
3	Agua para control de polvo	m3	1.000,00	2,26	2.260,00
4	Señal peligro salida de vehículos	u	6,00	128,22	769,32
5	Comunicados radiales	u	5,00	9,60	48,00
6	Charlas de concienciación	día	3,00	150,00	450,00
7	Recipiente para desechos sólidos	u	10,00	31,64	316,40
8	Batería sanitaria	u	4,00	336,00	1.344,00
9	Rótulos ambientales (0,60 x 1,20) m	u	8,00	162,11	1.296,88
10	Rótulos ambientales (1,20 x 2,40) m	u	8,00	288,71	2.309,68
11	Monitoreo y medición de ruido	hora	24,00	17,99	431,76
12	Monitoreo y medición de polvo PM10 y PM2,5	hora	24,00	32,97	791,28
13	Monitoreo y medición de aire NOX, SO2, CO2	hora	24,00	38,97	935,28
14	Letreros reflectivos	u	10,00	156,00	1.560,00
15	Pasos peatonales de madera	u	10,00	192,00	1.920,00
16	Requerimientos operativos por Gestión Social y ambiental de Proyectos	día	4,00	792,00	3.168,00
				Subtotal	\$ 23.412,80
				TOTAL =Subtotal A+B+C+D+E =	\$ 1.364.042,12

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1. Conclusiones

- Mediante aplicaciones de métodos matemáticos y cumpliendo con las leyes vigentes, los autores obtuvieron un diseño de red de alcantarillado sanitario y pluvial eficaz, capaz de trasladar las aguas residuales y llevarlas a una estación depuradora, así mismo la planta depuradora de aguas residuales fue diseñada para optimizar y llegar a los niveles permisibles de descarga a los afluentes de agua dulce.
- Se elaboraron los respectivos planos, presupuesto, manuales de operación y mantenimiento que permitan establecer un correcto orden para el buen uso y manejo del mismo, esto será un beneficio para la comunidad del recinto San Francisco.
- Al construir sistemas de alcantarillados por separado se evita la mezcla de las aguas lluvias y aguas residuales por lo que el proceso de tratamiento de las aguas residuales será más fácil.
- Las redes de alcantarillado sanitario y de aguas lluvias, están diseñadas a base de cálculos óptimos para la recolección y posterior descarga a la planta depuradora lo que facilita la descontaminación de los afluentes cercanos.
- Con una óptima canalización de las aguas lluvias en el recinto San Francisco, se evitara futuras inundaciones que afecten a la población y al sector agrícola.

9.2. Recomendaciones

- A fin de garantizar la correcta evacuación y tratamiento de las aguas residuales y aguas lluvias se deberá seguir el manual de operación y mantenimiento detallado en el capítulo 7.
- El tipo de tubería que se recomienda a utilizar esta especificada en los planos, a fin de avalar una mayor durabilidad de las mismas, es importante recalcar que el estado en el que se encuentren las tuberías en el momento de su instalación deberán ser impecables para evitar cualquier futuro daño

de las mismas, ya que técnicamente cualquier fisura o defecto dentro de la tubería más la velocidad con la que pasaría el agua con el tiempo iría dañando la tubería.

- Los autores recomiendan dar el correcto mantenimiento de las estructuras de la unidad de depuración cada cierto tiempo como se indica en el manual y así evitar posibles daños a la planta y asegurar el tiempo de diseño de la misma.
- Se recomienda visitar cada cierto tiempo a la unidad de depuración para realizar el correspondiente monitoreo, el cual es de, mucha importancia, ya que en tiempos de ahora los niveles de precipitación y tasas de crecimiento poblacional varían rápidamente, cada parte de la estación depuradora está diseñada a futuros inconvenientes como los que acabamos de describir, el monitoreo servirá para llevar un registro de comportamiento de la estación.
- Como el recinto San Francisco depende de su agricultura se recomienda realizar estudios previos a los lechos de secado para determinar si estos sirven o no como abonos para la tierra.
- Es necesario la colocación de tanques de basura en puntos estratégicos, para evitar que los pobladores arrojen desperdicios en la calzada ya que puede causar obstrucción a los sumideros y provocar futuras inundaciones.

GLOSARIOS DE TÉRMINOS.

K= Crecimiento poblacional lineal.

Pf= Población del último censo.

Pb= Población base.

Tf= Fecha del último censo.

Tb= Fecha de la población base o inicial.

K= Crecimiento poblacional lineal.

Pf= Población del último censo.

Pb= Población base.

Tf= Fecha del último censo.

Tb= Fecha de la población base o inicial.

Q infilt. = Caudal máximo de infiltración L/s.

f= Factor de aporte de infiltración por longitud de tubería L/s Km.

L= Longitud de tramo de tubería Km.

Q ilic.= Caudal de aguas ilícitas (lts/día).

PA= Población aportante (hab).

V= Velocidad en m/s.

n= Coeficiente de rugosidad de manning.

R= Radio hidráulico.

S= Pendiente en m/m.

Q= Caudal en m³/s.

Z= Inverso de la pendiente transversal de la calzada.

n= Coeficiente de escurrimiento (Manning).

I= Pendiente longitudinal de la cuneta.

Y= Tirante de agua en la cuneta, en metro.

Q = caudal de escurrimiento en m³/s.

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

I = intensidad de lluvia (mm/h).

A = área de la cuenca (ha).

I_{TR} = Intensidad máxima para un periodo de retorno considerado.

t = Se refiere al tiempo que dura la lluvia que es considerado igual al tiempo de concentración.

I_{dTR} = Intensidad diaria que es calculada a partir de las isoyetas que han sido trazadas para las cuencas y también para periodos de retorno.

$T_{c=}$ Es el tiempo de concentración.

$T_{e=}$ Es el tiempo de entrada.

$T_{t=}$ Es el tiempo de recorrido.

L = Es la distancia de recorrido o longitud de tramo.

V_s = Es la velocidad superficial.

DBO = Demanda biológica de Oxígeno.

$AA.SS$ = Sistema de aguas servidas.

$AA.LL$ = Sistema de aguas lluvias.

CR = Cota de rasante.

CI = Cota invert..

CE = Cota de energía.

CC = Cota Clave.

CL = Cota lámina de agua.

H = Profundidad a la clave

ANEXOS

II CÁLCULO DE
LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO
SANITARIO Y
PLUVIAL

CALCULO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Tabla General de los parámetros de diseño.

PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO

1.- **Período de diseño:** 20 años

2.- Proyección Población	
Actual	Futura
2016	2036
805	1055

3.- Area total del Recinto	
Actual	Futura
2016	2036
22	28,83

4.- **Densidad Poblacion:** 37 hab./has.

5.- **Consumo neto:** 170 Lit./hab./día

CALCULO DE LA INTENSIDAD CON SUS RESPECTIVAS CURVAS DE IDF

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{490.9573 \cdot T^{0.220348}}{t^{0.62266}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

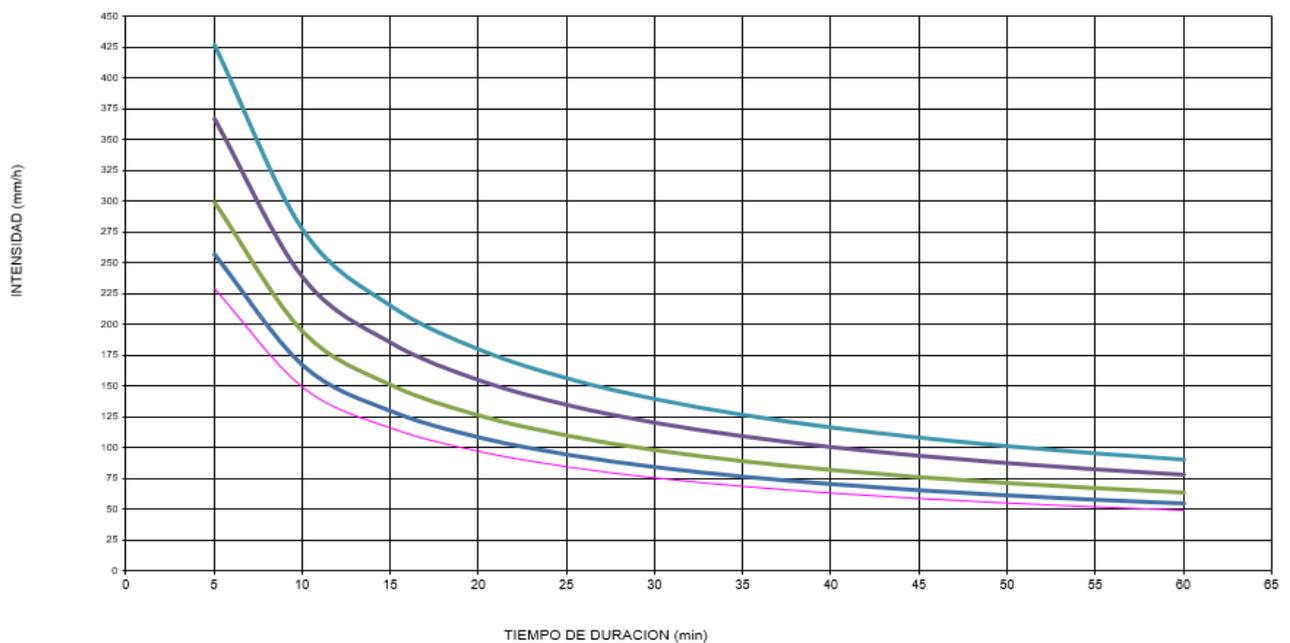
T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
3	229.59	149.11	115.84	96.84	84.28	75.24	68.35	62.90	58.45	54.74	51.58	48.86
5	256.94	166.88	129.64	108.38	94.32	84.20	76.49	70.39	65.41	61.26	57.73	54.69
10	299.34	194.41	151.04	126.27	109.89	98.09	89.12	82.01	76.21	71.37	67.26	63.71
25	366.31	237.91	184.83	154.52	134.47	120.04	109.05	100.35	93.26	87.34	82.30	77.96
50	426.76	277.17	215.33	180.01	156.66	139.85	127.05	116.91	108.65	101.75	95.88	90.83

Calculo de Intensidad

Curvas IDF de la cuenca



- El valor de la columna número 7, perteneciente al caudal domestico de salida, nos indica según la tabla general de los parámetros de diseño que este valor es menor al caudal de entrada, porque el caudal que entra es en parte utilizado para las actividades domésticas, los autores han hecho énfasis en el libro de diseño de acueductos del autor López Cuella, que, por medio de valores estadísticos, el valor del CR esta entre 65 y 85 % de agua que ingresa al domicilio no regresa en su totalidad, por lo que se ha adoptado este valor para el proyecto de 80%.
- El valor está calculado según la siguiente formula del libro antes mencionado:

$$Q = \frac{CR \times C \times P}{86.400}$$

En donde:

CR: coeficiente de retorno, valor que es estadísticamente calculado y fluctúa entre el 65 y 85 %, por lo que hemos adoptado el 0.8.

C: Consumo neto de habitantes, Lts/hab*día., en el proyecto el valor es de 170 lts/hab/dia.

P: Densidad de Población., la densidad de la población según el proyecto es de 37 hab/has.

- Las conexiones erradas son aportes que por lo general provienen de las aguas lluvias y de conexiones clandestinas, el valor de este caudal será el 10% del caudal máximo horario.

DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y EMPATE POR COTA CLAVE DE COLECTORES

Tabla XX.- Diseño hidráulico y empuje por cota clave de colectores del alcantarillado sanitario

Tramo De - A	Long. (m)	Q.Dis. (L/s)	S diseño (m)	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	Go (L/s)	Vo (m/s)	Q/Go	V/Vo	d/D	Ri/Ro	H/D	V (m/s)	V ² /2g (m)	F _r (m)	τ (kgf/m ²)	d (m)	E (m)	H (m)	NF	Cota rasante		Cota clave		Cota invert		Prof. a clave			
																					De	A	De	A	De	A	De	A		
1-2	64.43	0.58	0.31	0.048	47.72	200	0.183	20.85	0.79	0.03	0.856	0.346	0.768	0.251	0.82	0.01	0.04	0.12	0.06	0.07	0.05	78.30	78.35	77.10	76.90	76.917	76.717	1.20	1.45	
2-3	101.96	1.56	0.29	0.070	69.99	200	0.183	20.30	0.77	0.08	0.732	0.431	0.907	0.328	0.56	0.02	0.04	0.12	0.08	0.10	0.06	0.73	78.35	78.40	76.90	76.60	76.717	76.417	1.45	1.80
3-4	59.85	2.09	0.20	0.084	83.86	200	0.183	16.76	0.64	0.12	0.880	0.601	1.121	0.502	0.56	0.02	0.00	0.12	0.11	0.13	0.09	0.60	78.40	78.58	76.60	76.48	76.417	76.297	1.80	2.10
4-5	55.71	2.82	0.20	0.094	94.03	200	0.183	16.63	0.63	0.17	0.931	0.672	1.163	0.595	0.59	0.02	0.06	0.12	0.12	0.14	0.11	0.57	78.58	78.73	76.48	76.37	76.297	76.187	2.10	2.36
6-7	51.82	1.47	0.19	0.074	73.98	200	0.183	16.44	0.63	0.09	0.984	0.756	1.202	0.739	0.62	0.02	0.06	0.12	0.14	0.16	0.14	0.54	78.50	78.62	77.30	77.20	77.117	77.017	1.20	1.42
7-5	121.21	2.65	0.19	0.093	92.57	200	0.183	16.30	0.62	0.16	0.993	0.778	1.211	0.783	0.62	0.02	0.06	0.12	0.14	0.16	0.14	0.52	78.62	78.73	77.20	76.97	77.017	76.787	1.42	1.76
5-8	73.68	4.95	0.20	0.116	115.51	200	0.183	16.88	0.64	0.29	0.958	0.710	1.184	0.654	0.62	0.02	0.06	0.12	0.13	0.15	0.12	0.57	78.73	78.95	76.37	76.22	76.187	76.037	2.36	2.73
8-9	73.68	6.37	0.19	0.129	128.65	200	0.183	16.31	0.62	0.39	0.993	0.778	1.211	0.783	0.62	0.02	0.06	0.12	0.14	0.16	0.14	0.52	78.95	79.20	76.22	76.08	76.037	75.897	2.73	3.12
10-11	100.00	4.81	0.20	0.115	114.69	200	0.183	16.74	0.64	0.29	0.984	0.756	1.202	0.739	0.63	0.02	0.06	0.12	0.14	0.16	0.14	0.54	78.75	79.04	77.55	77.35	77.367	77.167	1.20	1.69
11-9	100.00	5.84	0.24	0.119	119.18	200	0.183	18.33	0.70	0.32	0.776	0.476	0.974	0.368	0.54	0.01	0.05	0.12	0.09	0.10	0.07	0.67	79.04	79.20	77.35	77.11	77.167	76.927	1.69	2.09
9-12	82.34	10.42	0.18	0.156	156.29	250	0.228	28.53	0.70	0.37	0.955	0.570	1.087	0.465	0.60	0.02	0.07	0.12	0.13	0.15	0.11	0.59	79.20	79.05	76.06	75.91	75.830	75.680	3.14	3.14
12-13	82.34	11.12	0.17	0.162	161.88	250	0.228	27.73	0.68	0.40	0.941	0.686	1.172	0.614	0.64	0.02	0.07	0.12	0.16	0.18	0.14	0.55	79.05	78.88	75.91	75.77	75.680	75.542	3.14	3.11
13-14	100.00	11.90	0.16	0.168	167.94	250	0.228	26.90	0.66	0.44	1.001	0.791	1.216	0.815	0.66	0.02	0.07	0.12	0.18	0.20	0.19	0.49	78.88	78.79	75.77	75.61	75.542	75.382	3.11	3.18
14-15	100.00	12.68	0.17	0.170	170.05	250	0.228	27.73	0.68	0.46	0.903	0.632	1.139	0.542	0.61	0.02	0.07	0.12	0.14	0.16	0.12	0.55	78.79	78.71	75.61	75.44	75.382	75.212	3.18	3.27
15-16	100.00	13.46	0.16	0.176	175.89	250	0.228	26.90	0.66	0.50	1.001	0.791	1.216	0.815	0.66	0.02	0.07	0.12	0.18	0.20	0.19	0.49	78.71	78.63	75.44	75.28	75.212	75.052	3.27	3.35
16-17	100.00	14.24	0.16	0.180	179.65	250	0.228	26.90	0.66	0.53	1.001	0.791	1.216	0.815	0.66	0.02	0.07	0.12	0.18	0.20	0.19	0.49	78.63	78.55	75.28	75.12	75.052	74.892	3.35	3.43
17-18	100.00	15.02	0.17	0.181	181.20	250	0.228	27.73	0.68	0.54	0.969	0.732	1.193	0.688	0.66	0.02	0.07	0.12	0.17	0.19	0.16	0.53	78.55	78.47	75.12	74.95	74.892	74.722	3.43	3.52
18-19	100.00	15.63	0.17	0.184	183.91	280	0.250	35.45	0.72	0.44	0.984	0.756	1.202	0.739	0.71	0.03	0.07	0.12	0.19	0.22	0.19	0.53	78.47	78.39	74.94	74.77	74.689	74.519	3.52	3.62
19-20	100.00	16.40	0.17	0.187	187.48	280	0.250	35.35	0.72	0.46	0.975	0.594	1.113	0.494	0.63	0.02	0.07	0.12	0.15	0.17	0.12	0.57	78.39	78.31	74.77	74.60	74.519	74.350	3.62	3.71
20-21	100.00	17.18	0.17	0.191	190.55	280	0.250	35.45	0.72	0.48	0.969	0.732	1.193	0.688	0.70	0.02	0.07	0.12	0.18	0.21	0.17	0.54	78.31	78.22	74.60	74.43	74.350	74.180	3.71	3.79
21-22	100.00	17.95	0.17	0.194	193.72	280	0.250	35.45	0.72	0.51	0.997	0.785	1.214	0.798	0.72	0.03	0.07	0.12	0.20	0.22	0.20	0.51	78.22	78.15	74.43	74.26	74.180	74.010	3.79	3.89
22-23	100.00	25.55	0.15	0.226	226.38	315	0.287	48.12	0.74	0.53	0.980	0.750	1.200	0.725	0.73	0.03	0.08	0.12	0.22	0.24	0.21	0.51	78.15	78.07	74.24	74.09	73.955	73.805	3.89	3.98
23-24	100.00	26.32	0.15	0.229	228.51	315	0.287	48.36	0.75	0.54	0.993	0.778	1.211	0.783	0.74	0.03	0.08	0.12	0.22	0.25	0.23	0.50	78.07	77.99	74.09	73.94	73.805	73.653	3.98	4.05
24-25	100.00	26.99	0.15	0.231	231.11	315	0.287	48.12	0.74	0.56	0.990	0.770	1.208	0.767	0.74	0.03	0.08	0.12	0.22	0.25	0.22	0.50	77.99	77.91	73.94	73.79	73.653	73.503	4.05	4.12
25-26	100.00	27.09	0.15	0.231	231.41	315	0.287	48.12	0.74	0.56	0.993	0.778	1.211	0.783	0.74	0.03	0.08	0.12	0.22	0.25	0.23	0.50	77.91	77.86	73.79	73.64	73.503	73.353	4.12	4.22
26-E	100.00	29.39	0.15	0.239	238.61	315	0.287	48.12	0.74	0.61	0.984	0.756	1.202	0.739	0.73	0.03	0.08	0.12	0.24	0.24	0.21	0.51	77.86	77.70	73.64	73.49	73.353	73.203	4.22	4.21

Diseño detallado del Colector

Nomenclatura:

CR = Cota de rasante.

CI = Cota de invert.

CE = Cota de energía.

S = Pendiente.

CC = Cota clave.

CL = Cota lámina de agua.

H = Profundidad a la clave.

Colector 1 – 2 Inicial.

Caudal de diseño = 0.58 lts/seg.

Longitud = 64.43 mts.

CR1 = 78.3 CR2 = 78.35 cm.

CC1 = 77.10.

Profundidad mínima a la clave de la tubería = 1.20 mts.

H1 = CR1 – CC1 = 78 – 77.10 = 1.20

Asumiendo.

H2 = 1.45 mts.

CC2 = 78.35 – 1.45 = 76.90.

S = 0.31.

El diámetro según la ecuación de Manning es:

$$D = 1.548 \left[\frac{n \cdot Q}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.009 PVC Novafort.

Q = Caudal.

S = Pendiente.

D = Diámetro.

D = 0.048 mts > 48 mm.

Adoptamos el diámetro interior comercial superior.

D int com. = 200 mm > 0.183 mts.

Las características del flujo a tubo lleno de la tubería anterior son:

$$Q_o = 312 \left[\frac{D^{8/3} S^{1/2}}{n} \right]$$

Q = Caudal a tubo lleno.

D = Diámetro interno de la tubería.

S = Pendiente de la línea de energía (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.009 PVC Novafort.

Q_o = 20.85 lts/seg.

V_o = 0.793 mts/seg.

R_o = 0.05 mts.

El porcentaje de utilización de la sección es:

$$\frac{Q}{Q_o} = \frac{0.94}{20.85} = 0.05 \text{ siendo } Q/Q_o \leq 0.85.$$

Para la cual se tiene:

$$\frac{V}{V_o} = 0.656 \implies V = 0.656 \times 0.793 = 0.53 \text{ mts/seg. (No cumple).}$$

Para alcantarillado sanitario: V min = 0.60 mts/seg, tramos iniciales.

V min = 0.75 mts/seg tramos no iniciales.

$$\frac{d}{D} = 0.346 \implies d = 0.346 \times 0.183 = 0.06 \text{ mts.}$$

$$\frac{R}{R_o} = 0.768 \implies R = 0.768 \times 0.05 = 0.038 \text{ mts.}$$

$$\frac{H}{D} = 0.251 \implies R = 0.251 \times 0.183 = 0.1 \text{ mts.}$$

Esfuerzo cortante para caudal de diseño.

$$T = g * R * S.$$

$$T = 1000 * 0.04 * 0.0031 = 0.12 \text{ kg/m}^2 \text{ (Cumple).}$$

Para alcantarillado sanitario

$T_{\text{mín}}^3 = 1.5 \text{ N/m}^2 \text{ ó } 0.2 \text{ kg/m}^2$,
 Para caudal inicial (no calculado en este diseño).

$T_{\text{mín}}^3 = 1.2 \text{ N/m}^2 \text{ ó } 0.12 \text{ kg/m}^2$,
 se puede diseñar con velocidades ligeramente Menores a 0.60 m/seg.

Parámetros	$H_2 = 1.5 \text{ mts}$
CC_2	76.90
S (%)	0.31
D interior	0.057 mts = 57.22 mm
D interior	0.183 mts = 200 mm
Q_o (m ³ /seg)	20.850
V_o (m/seg)	0.793
Q/Q_o	0.050
Con las relaciones hidráulica se tiene:	
V (m)	0.52 No cumple
$V^2/2g$ (m)	0.014
d (m)	0.060
R (m)	0.040
H (m)	0.050
T (kg/m ²)	0.12 Cumple
E (m)	0.070
NF	0.74 Subcritico

$NF \leq 0.90$ régimen de flujo subcritico.

$NF \geq 1.1$ régimen de flujo supercrítico.

Para el diseño con $H_2 = 1.45 \text{ mts}$.

$$CC_1 = 77.10$$

$$Cl_1 = Cl_1 - D_{1-2} = 76.92.$$

$$CL_1 = Cl_1 - d_{1-2} = 76.98.$$

$$CE_1 = Cl_1 - E_{1-2} = 76.99.$$

$$CC_2 = 76.90$$

$$Cl_2 = Cl_2 - D_{1-2} = 76.72.$$

$$CL_2 = Cl_2 - d_{1-2} = 76.78.$$

$$CE_2 = Cl_2 - E_{1-2} = 76.79.$$

DISEÑO TANQUE IMHOFF

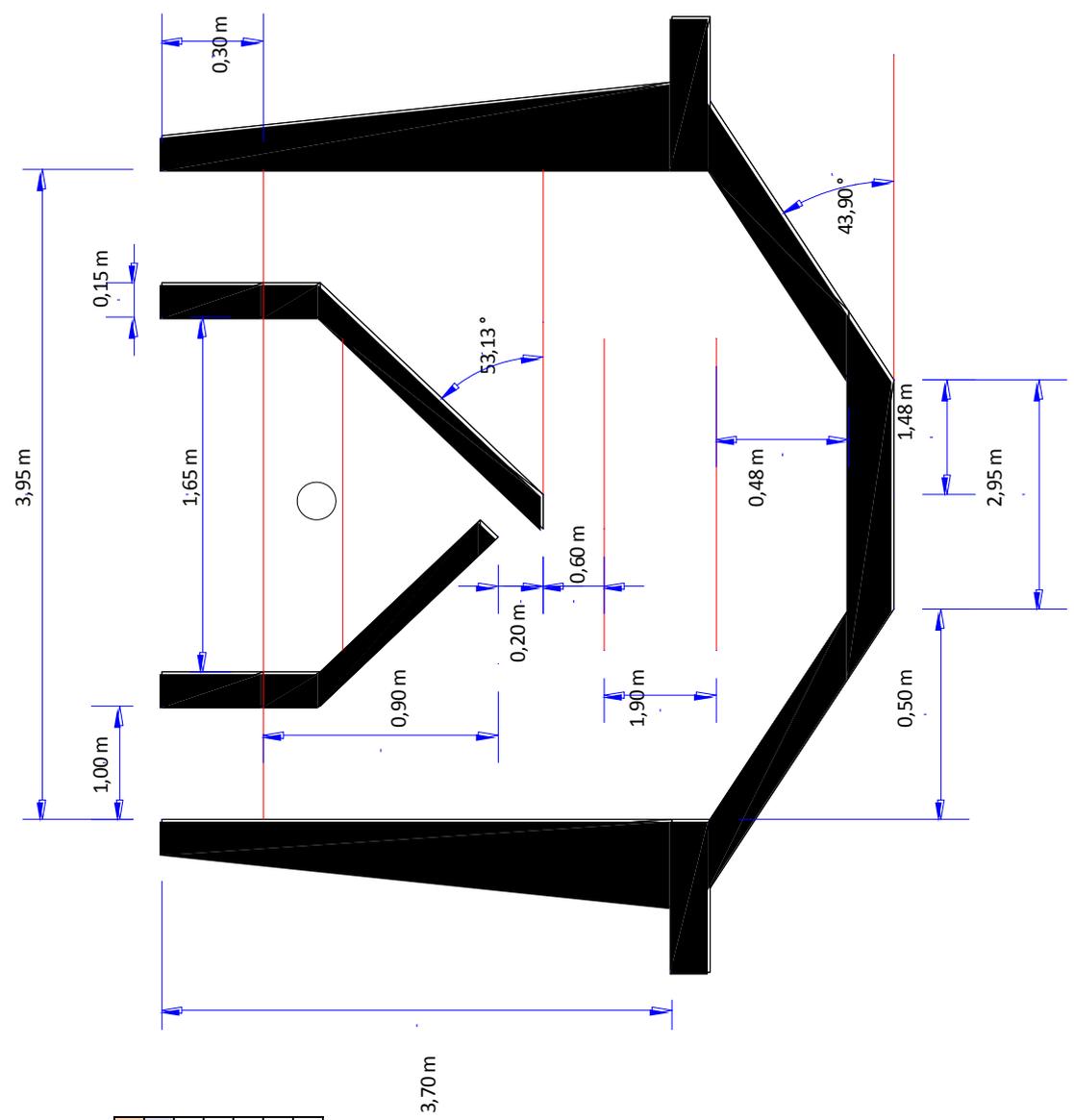
DISEÑO TANQUE IMHOFF

POBLACIÓN: SAN FRANCISCO - NARANJITO

DATOS	<p>$Q_{\text{diseño}} = 29.39 \text{ lt/seg}$</p> <p>Población = 1055 habitantes</p> <p>Dotación = 170 lt/hab. * día</p> <p>Coef. retorno C = 80.00%</p> <p>Tiempo Retención Hidráulica = 1.50 horas</p> <p style="text-align: right;">Dato (1 -1.5 horas)</p> <p style="text-align: center;">Temperatura = 20°C</p>
SEDIMENTADOR	<p>$Q_{\text{diseño}} = 29.39 \text{ m}^3/\text{día}$ → 1.22 m³/hora</p> <p>Carga superficial CS = 1.00 m³/(m²* hora) Norma CPE INEN pag.231, lit. a, cap. 5.4.2.2</p> <p>Area del sedimentador = 1.22m²</p> <p>Area del sedimentador = 1.84 m³</p> <p>→ (Ø) Pendiente $f_{\text{onda}} = 53.13'$</p> <p style="text-align: center;">Tanteo #1</p> <p>B SEDIMENTADOR (m.) = 1.65 m</p> <p>H SEDIMENTADOR (Ø) = 1.10 m</p> <p>L SEDIMENTADOR (m.) = 2.02 m</p> <p>(L/B) = 1.23 m</p> <p>H sedimentador(m) = 0.34 m</p> <p>Vel. Horizontal (cm./seg.) (L / TRH) = 0.046 cm./sg</p> <p>[Vel._{horiz} < 0.508 cm/sg]</p> <p>$V_{\text{digerter de lodos}} [70 * \text{Pop} * \text{for} / 1000] = 51.70 \text{ m}^3$</p> <p>Factor de Capacidad relativa for = 0.70</p> <p style="text-align: center;">Espesor pared del sedimentador (e) = 15 cm</p> <p>Ancha mínima espacia para sedimentador al digester (A) = 1.00 m</p> <p style="text-align: center;">Comprobación de áreas:</p> <p>(Volumen a 3m³)</p> <p>Altura de loder mínima hy = 1.98 m</p> <p>B digert total = 3.95 m</p> <p>$V_{\text{real loder}} = 51.70 \text{ m}^3$</p> <p>Borde libre = 0.30 m</p> <p>Espaciamento entre sedimentador-digerter = 0.60 m</p> <p>Frecuencia de extracción de lodos = 40 días</p> <p>Volumen de lodos = 10.97 m³</p> <p>(B) Pendiente $f_{\text{onda}} = 43.90'$</p> <p>Altura de lodos = 0.48 m</p>
DIGESTOR	<p style="text-align: center;">Ingresar dato de tabla 1</p> <p style="text-align: center;">Ok</p> <p style="text-align: center;">1.19m²</p> <p style="text-align: center;">Ok</p> <p style="text-align: center;">B digest. = 3.95 m</p> <p style="text-align: center;">H digest. = 1.90 m</p> <p style="text-align: center;">L digest = 6.60 m</p> <p style="text-align: center;">ATOS DIGESTO</p> <p style="text-align: center;">Norma CPE INEN pag.231, lit. a, cap. 5.4.2.4</p> <p style="text-align: center;">Ingresar dato de tabla 1</p> <p style="text-align: center;">[Fango dirigido húmedo = 0.26 lt / hab * día]</p> <p style="text-align: center;">Ok</p> <p style="text-align: center;">Inclinación de 30 a 45 - Norma CPE INEN pag.231, lit. c, cap. 5.4.2.3</p>

Factor de Capacidad Relativa fcr		
COD	Temp.	Fact.Capac. Relativ. Digest. lodo(días)
1	5	2,00
2	10	1,40
3	15	1,00
4	20	0,70
5	>25	0,50

20 °C → 4 → Cod.
 0,70 → Fcr
 40 → Tiempo digestion de lodos



TABLAS Y RESUMEN DE MEDIDAS DEL TANQUE IMHOFF

DISEÑO DE FILTRO CIRCULAR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE

POBLACIÓN: SAN FRANCISCO - NARANJITO

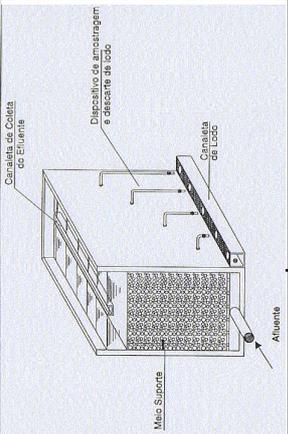
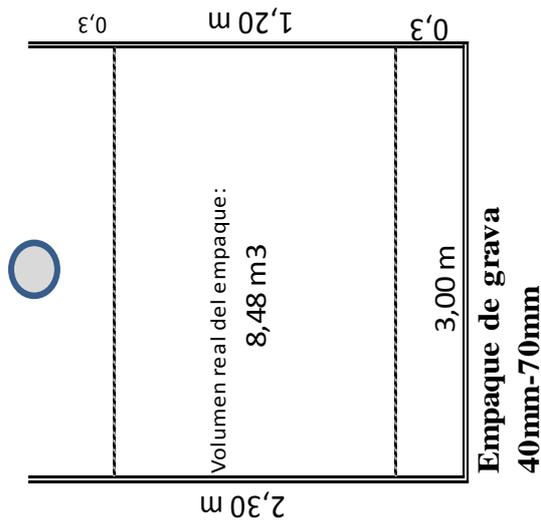
FAFA	<p>Poblacion= 1055 habitantes</p> <p>Dotacion= 170 lt/hab. *dia → 5,98 m³/hora</p> <p>D.Q.O= 275,0 mg/lt</p> <p>D.B.O₅= 164,0 mg/lt</p> <p>Coef. retorno de A.S= 80,00%</p> <p>Profundidad util [min. 1.80 m]= 1,80 m Ok</p> <p># reactores= 1,00</p> <p>Porosidad de material empacado= 0,45</p> <p>T.R.H en c/filtro [depende de temperatura] (dato a ajustarse)= 0,09</p> <p>Volumen total de filtro= 20,66 m³</p> <p>Area horizontal total= 11,48m²</p> <p>Diametro [Ø max 5.40]= 3,82 m Ok</p> <p>Tiempo de detencion hidraulico empacado td= 5,25horas Mediante tablas</p> <p>Volumen de vacios= 31,39 m³</p> <p>Porosidad= 0,45</p> <p>Volumen empaque= 69,75 m³</p> <p>Area horizontal total / filtro= 11,48m²</p> <p>Altura del empaque= 6,08 m</p> <p>Altura del empaque seleccionada= 1,20 m [Min. 1.20m] Ok</p> <p>[diametro maximo=5.40 m] Diametro /filtro= 3,82 m</p> <p>Diametro seleccion= 3,00 m</p> <p>Area horizontal real= 7,07m²</p> <p>Tiempo de retencion hidraulico en cada filtro T.R.H= 0,14 dias</p> <p>Tiempo de retencion hidraulico en cada filtro T.R.H asumiendo = 0,75 dias</p> <p>Volumen util de cada filtro real= 12,72 m³</p> <p>Profundidad util real= 1,800 m Ok</p> <p>Velocidad superficial= 0,52 m/hora Ok [max. 1.00 m/h]</p>
EMPAQUE	 <p style="text-align: center;">Ok</p>

Tabela 4 - Tempo de detenção hidráulica de esgotos (T), por faixa de vazão e temperatura do esgoto (em dias)

Vazão L/dia	Temperatura média do mês mais frio		
	Abaixo de 15°C	Entre 15 °C e 25°C	Maior que 25°C
Até 1 500	1,17	1,0	0,92
De 1 501 a 3 000	1,08	0,92	0,83
De 3 001 a 4 500	1,00	0,83	0,75
De 4 501 a 6 000	0,92	0,75	0,67
De 6 001 a 7 500	0,83	0,67	0,58
De 7 501 a 9 000	0,75	0,58	0,50
Acima de 9 000	0,75	0,50	0,50



Volumen= 16,258 m³

Conc. Materia Orgánica Afluente (DBO ₅ total, mg/l)	Rango de Tiempo de retención hidráulico (horas)	Tiempo recomendado para el diseño, td (horas)
50 – 80	3 – 12	5.25
80 – 300	2.5 – 12	5.25
300 – 1000	2.5 12	5.25
1000 – 5000	3 – 12	7

LECHO DE SECADO DE LODOS

POBLACION: SAN FRANCISCO - NARANJITO

DATOS

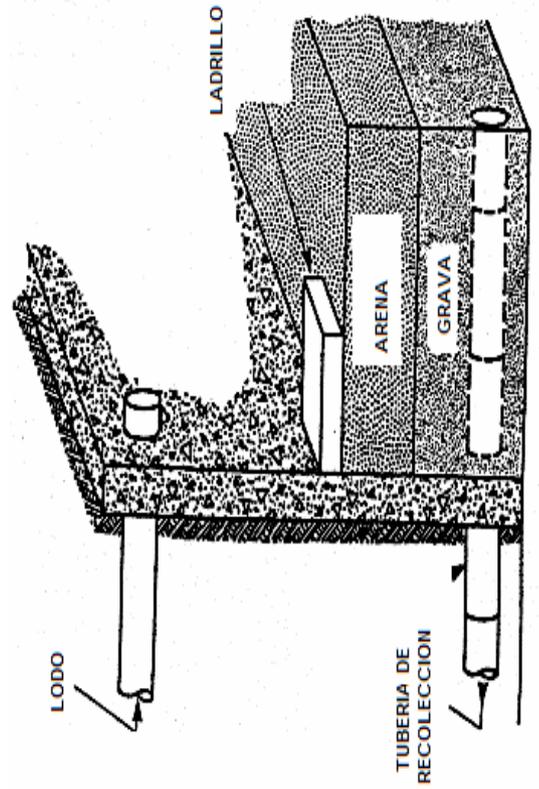
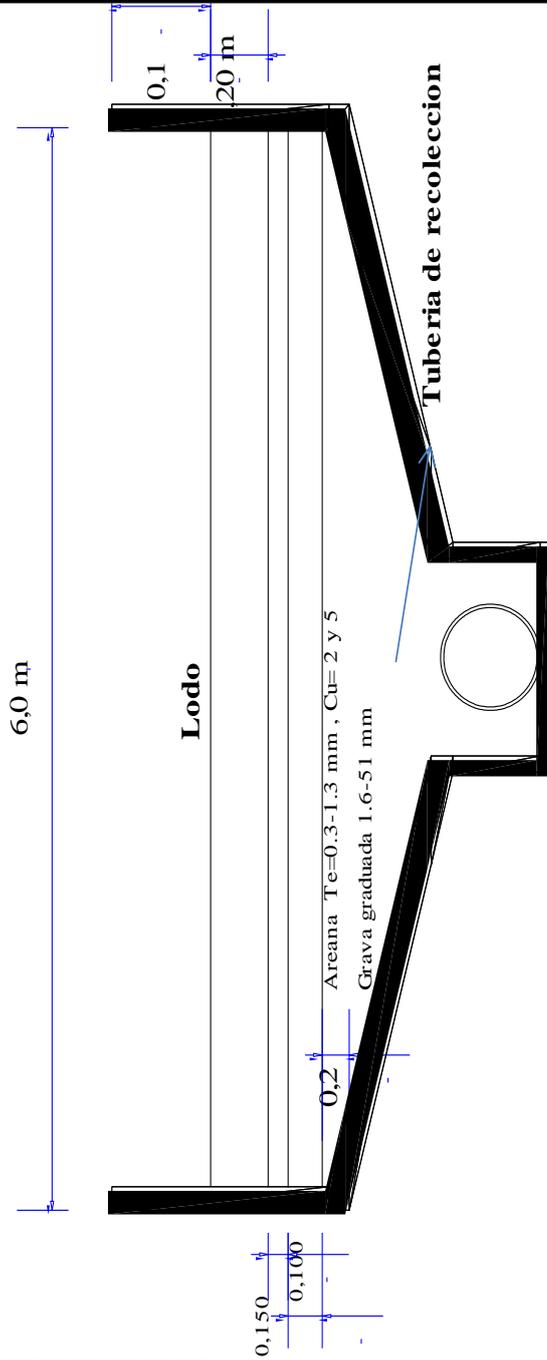
Q max=	29.39 lt/seg
Poblacion=	1055 habitantes
Contribucion percapita =	90.00 gr.SS/hab.dia Poblaciones sin alcantarillado
% solidos contenidos en lodo=	10.00% Dato varia entre [8-12%]
Temperatura=	20°C
Profundidad de aplicacion Ha=	0.20 m Dato varia entre [0.20-0.40m]
Carga de solidos [C]=	94.95 kg SS /dia
Masa de solidos en el lodos (Msd)=	30.86 kg SS/dia $=((0.5*0.7*0.5)*C+(0.5*0.3)*C$
g lodos=	1.04 kg/lt Densidad de los lodos
Volumen diario de lodos digeridos (Vid)[Msd/%*dens.lodo]=	296.72 m3
Volumen de lodos a extraerse (Vel)=	16.32 m3
Area del lecho de secado [Vel/ Ha]=	81.60m2
Ancho del lecho de secado=	6.0 m [Para Instalaciones Grandes >10 valores entre 3-6m]
Longitud del lecho de secado=	13.60 m

- El medio de drenaje es generalmente de 0,30 de espesor y deberá tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 15 cm. formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2 a 3 cm llenos de arena.
- La arena es el medio filtrante y deberá tener un tamaño efectivo de 0,3 a 1,3 mm y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5.
- Luego de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada entre 1,6 y 51 mm (1/6" y 2") de 0,20 m de espesor.

Factor de Capacidad Relativa fcr

COD	Temp.	Digest. lodo [dias]
1	5	110,00
2	10	76,00
3	15	55,00
4	20	40,00
5	>25	30,00
20 °C →	4	→Cod.



CALCULO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA			
Estación: INGENIO VALDE		LATITUD 2G 7' 5" S	
PERIODO 1970-2015		LONGITUD 79G 36' 1" W	
CÓDIGO: M0037		Elevación	
		23.00	

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1970	364.90	404.50	216.60	97.00	20.40	1.80	1.50	0.00	0.00	0.00	5.30	59.40	97.62
1971	611.90	523.30	409.90	145.60	49.30	0.00	0.00	0.00	0.00	6.60	0.00	85.90	152.71
1972	499.40	481.80	376.20	353.00	120.10	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	1.80	153.88
1973	457.60	80.40	235.80	228.00	39.80	5.10	0.00	0.50	7.40	7.90	0.00	56.70	93.27
1974	291.10	796.20	762.60	566.70	205.00	48.10	0.00	0.00	2.80	0.00	4.30	162.60	236.62
1975	509.50	539.80	549.90	280.80	32.50	11.20	0.00	0.00	0.00	6.90	0.00	6.10	161.39
1976	353.80	262.90	466.10	74.70	13.80	5.50	0.50	0.00	4.60	11.90	1.30	13.20	100.69
1977	155.90	526.30	422.90	323.50	116.80	33.70	0.00	1.30	0.00	8.00	0.50	91.00	139.99
1978	577.40	718.50	474.30	267.80	45.80	3.10	0.00	0.00	0.30	5.40	8.10	21.10	176.82
1979	250.40	589.20	213.90	339.60	64.30	0.00	2.30	5.10	0.80	43.00	55.20	192.40	146.35
1980	457.50	271.90	340.00	362.00	27.00	25.80	0.00	0.00	4.50	0.00	33.00	33.40	129.59
1981	559.30	561.50	487.80	570.60	275.90	76.80	2.00	0.10	16.50	4.00	0.00	51.00	217.13
1982	593.00	546.40	721.00	303.60	0.00	8.00	0.00	0.00	4.00	5.00	0.00	0.00	181.75
1983	220.40	386.20	507.40	219.10	0.00	22.10	2.10	0.00	3.00	5.00	5.00	56.10	118.95
1984	235.00	480.00	350.00	200.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	218.00	128.00
1985	346.50	554.10	340.80	333.40	30.70	18.00	0.00	0.00	0.00	8.00	10.00	66.00	142.29
1986	68.00	479.00	622.00	65.00	16.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	100.25
1987	153.80	603.60	422.40	131.10	25.00	1.90	0.00	0.00	6.00	7.70	0.00	37.60	115.76
1988	450.80	797.50	926.10	655.50	231.00	29.90	0.00	7.70	12.60	0.20	0.70	103.70	267.98
1989	666.70	510.90	230.90	261.30	204.30	0.00	0.00	0.00	28.30	5.10	0.50	6.60	159.55
1990	482.20	461.30	507.30	276.10	326.50	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.00	174.33
1991	350.20	572.00	263.30	286.80	33.30	4.50	0.00	2.70	2.70	0.00	0.00	34.40	129.16
1992	353.30	368.60	433.90	432.30	23.40	7.10	0.00	0.00	0.00	2.20	56.20	98.00	147.92
1993	166.10	342.70	579.40	125.90	21.80	27.90	0.00	0.00	9.20	0.30	0.00	27.20	108.38
1994	560.00	529.00	196.80	21.60	7.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.90	177.70	124.79
1995	400.50	297.30	214.00	223.80	82.60	0.00	0.00	1.00	1.00	0.70	0.00	1.40	101.86
1996	420.70	546.80	420.60	203.30	12.00	0.40	0.20	0.80	3.50	7.10	4.60	163.00	148.58
1997	425.70	343.70	196.00	145.80	100.00	6.20	0.00	0.00	1.10	11.20	1.60	0.00	102.61
1998	283.60	445.20	308.20	346.90	11.30	0.80	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.60	116.63
1999	391.90	510.60	378.80	38.20	0.50	0.70	0.20	0.00	0.00	5.80	2.60	126.00	121.28
2000	348.30	119.10	145.30	198.30	19.20	48.60	178.60	0.80	1.20	3.00	4.50	40.30	92.27
2001	211.50	193.50	24.20	140.70	2.50	13.20	0.00	0.00	0.00	3.70	0.70	0.70	49.23
2002	266.80	622.80	506.70	585.70	341.10	7.40	10.40	0.00	0.60	0.00	4.00	0.50	195.50
2003	463.40	294.20	298.60	31.50	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	0.00	79.90	98.00
2004	459.40	324.80	235.80	186.00	17.40	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	7.40	102.82
2005	161.50	189.90	413.70	181.00	17.80	0.00	6.80	0.70	0.70	2.00	0.00	0.80	81.24
2006	193.10	465.70	442.80	420.10	158.60	15.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00	146.50
2007	227.00	712.00	540.00	386.00	75.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	162.00
2008	149.40	195.80	316.00	335.40	127.90	1.50	0.00	1.30	0.00	0.00	22.90	50.10	100.03
2009	259.00	209.20	313.20	57.40	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60	70.90
2010	296.00	361.00	141.00	311.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	92.58
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	4.90	0.58
2012	281.20	107.60	357.30	29.30	21.40	0.40	0.10	0.00	0.00	0.50	0.70	29.90	69.03
2013	241.80	133.40	381.90	169.30	0.10	1.00	0.40	0.00	0.10	1.40	1.20	7.00	78.13
2014	345.80	105.40	482.40	522.30	190.80	43.00	0.20	0.00	2.00	1.10	4.80	153.20	154.25
2015	436.90	168.20	354.90	100.60	8.90	1.90	0.40	1.00	0.10	5.90	0.20	18.80	91.48
MAX	666.70	797.50	926.10	655.50	341.10	76.80	178.60	7.70	28.30	43.00	56.20	218.00	267.98

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

N°	Año	Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_j	$(x_j - \bar{x})^2$
1	1970	97.62	97.62	913.4630184
2	1971	152.71	152.71	618.4231905
3	1972	153.88	153.88	678.243888
4	1973	93.27	93.27	1195.33041
5	1974	236.62	236.62	11832.31592
6	1975	161.39	161.39	1125.699748
7	1976	100.69	100.69	737.0438064
8	1977	139.99	139.99	147.6577195
9	1978	176.82	176.82	2398.692584
10	1979	146.35	146.35	342.6120522
11	1980	129.59	129.59	3.067574564
12	1981	217.13	217.13	7971.772405
13	1982	161.75	161.75	2906.264661
14	1983	118.95	118.95	79.03596526
15	1984	128.00	128.00	0.025530482
16	1985	142.29	142.29	208.8443862
17	1986	100.25	100.25	761.2200957
18	1987	115.76	115.76	145.9719224
19	1988	267.98	267.98	19637.7573
20	1989	159.55	159.55	1005.510313
21	1990	174.33	174.33	2161.60983
22	1991	129.16	129.16	1.737429637
23	1992	147.92	147.92	403.0638155
24	1993	108.38	108.38	378.8946881
25	1994	124.79	124.79	9.293661521
26	1995	101.86	101.86	675.0582992
27	1996	148.58	148.58	430.276859
28	1997	102.61	102.61	636.6479731
29	1998	116.63	116.63	125.5942503
30	1999	121.28	121.28	43.1020794
31	2000	92.27	92.27	1265.477511
32	2001	49.23	49.23	6180.352405
33	2002	195.50	195.50	4577.846183
34	2003	98.00	98.00	890.438574
35	2004	102.82	102.82	626.1780909
36	2005	81.24	81.24	2171.42493
37	2006	146.50	146.50	348.187487
38	2007	162.00	162.00	1166.890748
39	2008	100.03	100.03	773.6863185
40	2009	70.90	70.90	3242.188357
41	2010	92.58	92.58	1243.047873
42	2011	0.58	0.58	16194.31454
43	2012	69.03	69.03	3458.249613
44	2013	78.13	78.13	2470.774323
45	2014	154.25	154.25	697.4766174
46	2015	91.48	91.48	1321.823018
46		Suma	5880.7	104202.6

Cálculo variables probabilísticas

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 127.84 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 48.12 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 37.52 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 106.18 \text{ mm}$$

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
3	0.9027	140.0536	0.6667	158.2606
5	1.4999	162.4611	0.8000	183.5810
10	2.2504	190.6169	0.9000	215.3971
25	3.1985	226.1918	0.9600	255.5967
50	3.9019	252.5832	0.9800	285.4191

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Fuente: D. F. Campos A., 1978

		Duraciones, en horas							
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		3 años	5 años	10 años	25 años	50 años		
24 hr	X24	158.2606	183.5810	215.3971	255.5967	285.4191		
18 hr	X18 = 91%	144.0171	167.0587	196.0113	204.4773	259.7313		
12 hr	X12 = 80%	126.6085	146.8648	172.3176	204.4773	228.3352		
8 hr	X8 = 68%	107.6172	124.8351	146.4700	173.8057	194.0850		
6 hr	X6 = 61%	96.5390	111.9844	131.3922	155.9140	174.1056		
5 hr	X5 = 57%	90.2085	104.6412	122.7763	145.6901	162.6889		
4 hr	X4 = 52%	82.2955	95.4621	112.0065	132.9103	148.4179		
3 hr	X3 = 46%	72.7999	84.4473	99.0826	117.5745	131.2928		
2 hr	X2 = 39%	61.7216	71.5966	84.0049	99.6827	111.3134		
1 hr	X1 = 30%	47.4782	55.0743	64.6191	76.6790	85.6257		

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno: $I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$

en la cual:

- $I =$ Intensidad (mm/hr)
- $t =$ Duración de la lluvia (min)
- $T =$ Período de retorno (años)
- $K, m, n =$ Parámetros de ajuste

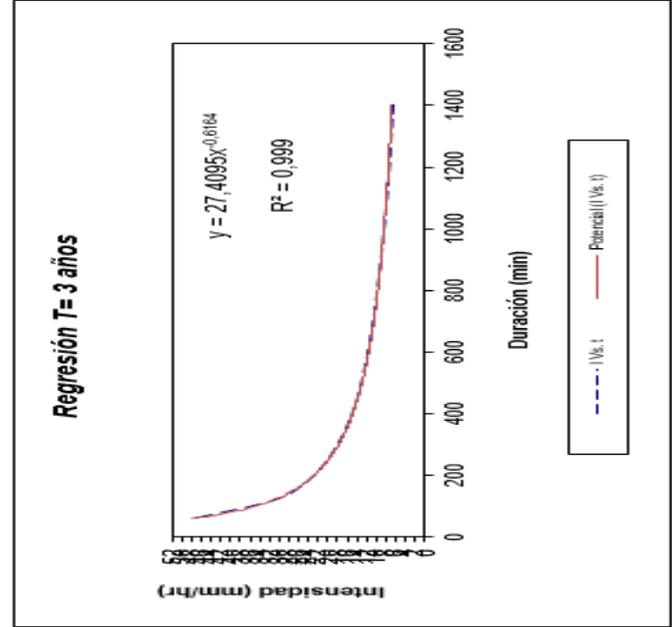
[

Realizando un cambio de variable: $d = K \cdot T^m$

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

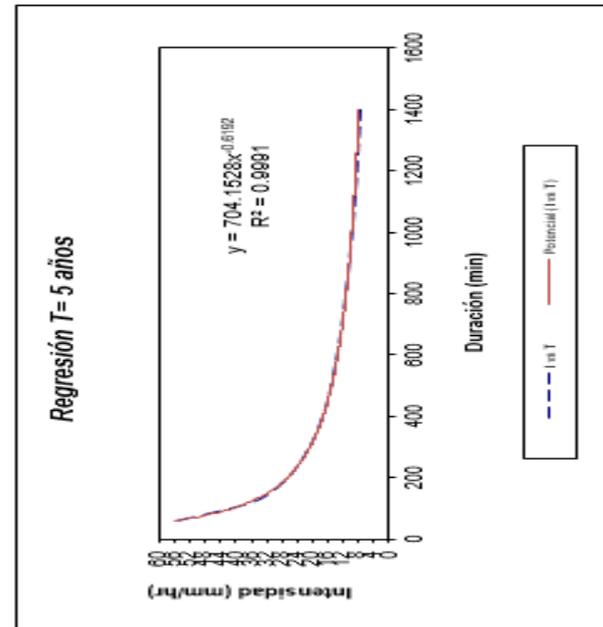
Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

Período de retorno para T = 3 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x ⁿ ln y	(lnx) ²
1	1400	6.5942	7.2442	1.8862	13.6640	52.4788
2	1080	8.0010	6.9847	2.0796	14.5251	48.7863
3	720	10.5507	6.5793	2.3562	15.5020	43.2865
4	480	13.4522	6.1738	2.5991	16.0465	38.1156
5	360	16.0898	5.8861	2.7782	16.3527	34.6462
6	300	18.0417	5.7038	2.8927	16.4993	32.5331
7	240	20.5739	5.4806	3.0240	16.5736	30.0374
8	180	24.2666	5.1930	3.1891	16.5609	26.9668
9	120	30.8608	4.7875	3.4295	16.4186	22.9201
10	60	47.4782	4.0943	3.8603	15.8053	16.7637
10	4940	195.9090	58.1273	28.0948	157.9480	346.5346
Ln (d) =	6.4086		d = 607.0324		n = -0.6192	



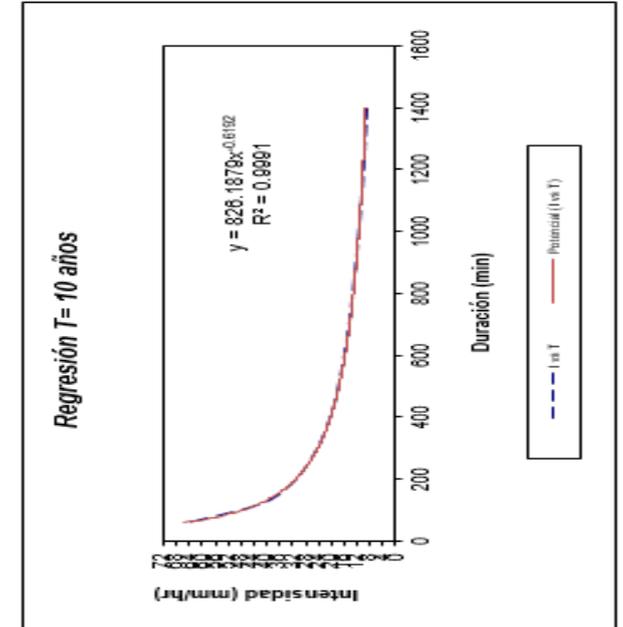
Serie T= 3 años	
x	y
1400	6.5942
1080	8.0010
720	10.5507
480	13.4522
360	16.0898
300	18.0417
240	20.5739
180	24.2666
120	30.8608
60	47.4782

Periodo de retorno para T = 5 años							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²	
1	1400	7.6492	7.2442	2.0346	14.7391	52.4788	
2	1080	9.2810	6.9847	2.2280	15.5618	48.7863	
3	720	12.2387	6.5793	2.5046	16.4784	43.2865	
4	480	15.6044	6.1738	2.7476	16.9628	38.1156	
5	360	18.6641	5.8861	2.9266	17.2263	34.6462	
6	300	20.9282	5.7038	3.0411	17.3458	32.5331	
7	240	23.8655	5.4806	3.1724	17.3870	30.0374	
8	180	28.1491	5.1930	3.3375	17.3316	26.9668	
9	120	35.7983	4.7875	3.5779	17.1292	22.9201	
10	60	55.0743	4.0943	4.0087	16.4129	16.7637	
10	4940	227.2529	58.1273	29.5790	166.5748	346.5346	
Ln(d) = 6.5570						d = 704.1528	n = -0.6192



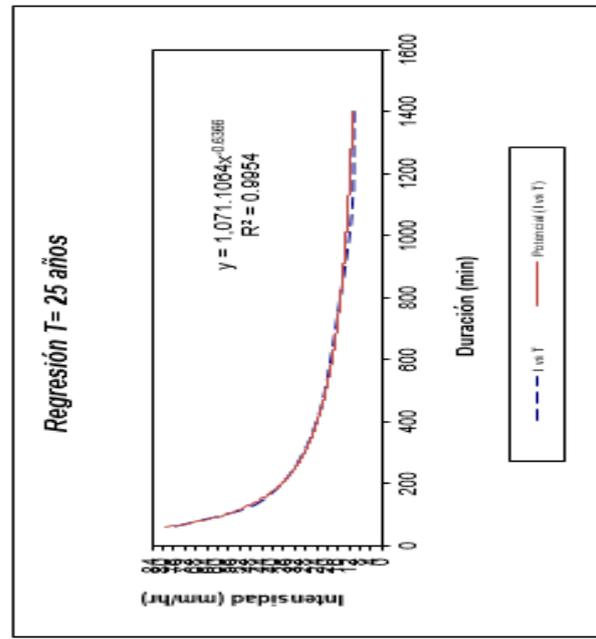
Serie T= 5 años	
x	y
1400	7.6492
1080	9.2810
720	12.2387
480	15.6044
360	18.6641
300	20.9282
240	23.8655
180	28.1491
120	35.7983
60	55.0743

Periodo de retorno para T = 10 años							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²	
1	1400	8.9749	7.2442	2.1944	15.8969	52.4788	
2	1080	10.8895	6.9847	2.3878	16.6781	48.7863	
3	720	14.3598	6.5793	2.6644	17.5300	43.2865	
4	480	18.3087	6.1738	2.9074	17.9495	38.1156	
5	360	21.8987	5.8861	3.0864	18.1670	34.6462	
6	300	24.5553	5.7038	3.2009	18.2574	32.5331	
7	240	28.0016	5.4806	3.3323	18.2629	30.0374	
8	180	33.0275	5.1930	3.4973	18.1615	26.9668	
9	120	42.0024	4.7875	3.7377	17.8943	22.9201	
10	60	64.6191	4.0943	4.1685	17.0673	16.7637	
10	4940	266.6376	58.1273	31.1772	175.8651	346.5346	
Ln(d) = 6.7168						d = 826.1879	n = -0.6192



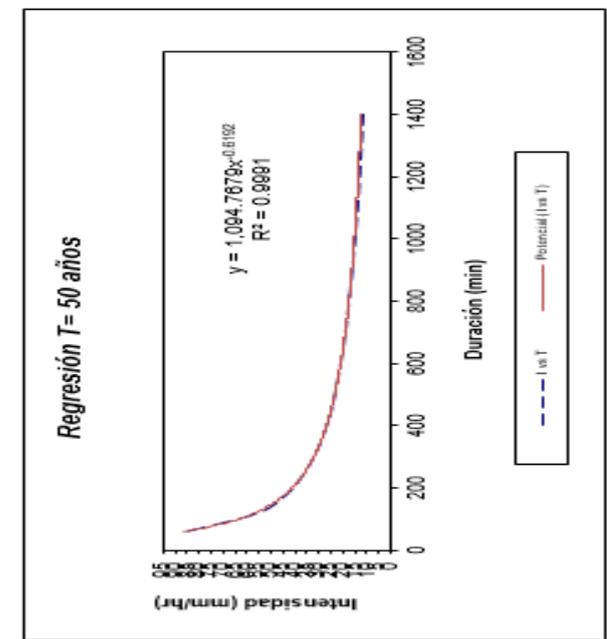
Serie T= 10 años	
x	y
1400	8.9749
1080	10.8895
720	14.3598
480	18.3087
360	21.8987
300	24.5553
240	28.0016
180	33.0275
120	42.0024
60	64.6191

Periodo de retorno para T = 25 años							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²	(lny) ²
1	1400	10.6499	7.2442	2.3655	17.1366	52.4788	52.4788
2	1080	11.3599	6.9847	2.4301	16.9735	48.7863	48.7863
3	720	17.0398	6.5793	2.8356	18.6558	43.2865	43.2865
4	480	21.7257	6.1738	3.0785	19.0060	38.1156	38.1156
5	360	25.9857	5.8861	3.2575	19.1742	34.6462	34.6462
6	300	29.1380	5.7038	3.3720	19.2334	32.5331	32.5331
7	240	33.2276	5.4806	3.5034	19.2008	30.0374	30.0374
8	180	39.1915	5.1930	3.6685	19.0502	26.9668	26.9668
9	120	49.8414	4.7875	3.9088	18.7136	22.9201	22.9201
10	60	76.6790	4.0943	4.3396	17.7679	16.7637	16.7637
10	4940	314.8383	58.1273	32.7596	184.9119	346.5346	346.5346
Ln(d) = 6.9764	d = 1071.1064		n = -0.6366				



Serie T = 25 años	
x	y
1400	10.6499
1080	11.3599
720	17.0398
480	21.7257
360	25.9857
300	29.1380
240	33.2276
180	39.1915
120	49.8414
60	76.6790

Periodo de retorno para T = 50 años							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²	(lny) ²
1	1400	11.8925	7.2442	2.4759	17.9360	52.4788	52.4788
2	1080	14.4295	6.9847	2.6693	18.6441	48.7863	48.7863
3	720	19.0279	6.5793	2.9459	19.3819	43.2865	43.2865
4	480	24.2606	6.1738	3.1889	19.6873	38.1156	38.1156
5	360	29.0176	5.8861	3.3679	19.8238	34.6462	34.6462
6	300	32.5378	5.7038	3.4824	19.8629	32.5331	32.5331
7	240	37.1045	5.4806	3.6137	19.8056	30.0374	30.0374
8	180	43.7643	5.1930	3.7788	19.6232	26.9668	26.9668
9	120	55.6567	4.7875	4.0192	19.2419	22.9201	22.9201
10	60	85.6257	4.0943	4.4500	18.2198	16.7637	16.7637
10	4940	353.3171	58.1273	33.9920	192.2266	346.5346	346.5346
Ln(d) = 6.9983	d = 1094.7679		n = -0.6192				



Serie T = 50 años	
x	y
1400	11.8925
1080	14.4295
720	19.0279
480	24.2606
360	29.0176
300	32.5378
240	37.1045
180	43.7643
120	55.6567
60	85.6257

Resumen de aplicación de regresión potencial			
Período de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]	Coef. de regresión [m]
3	607.03241062940	-0.61917524140	-0.61917524140
5	704.15276533739	-0.61917524140	-0.61917524140
10	826.18790603341	-0.61917524140	-0.61917524140
25	1071.10636048662	-0.636661812773	-0.636661812773
50	1094.76785882892	-0.61917524140	-0.61917524140
Promedio =	860.64946026315	-0.62266381867	-0.62266381867

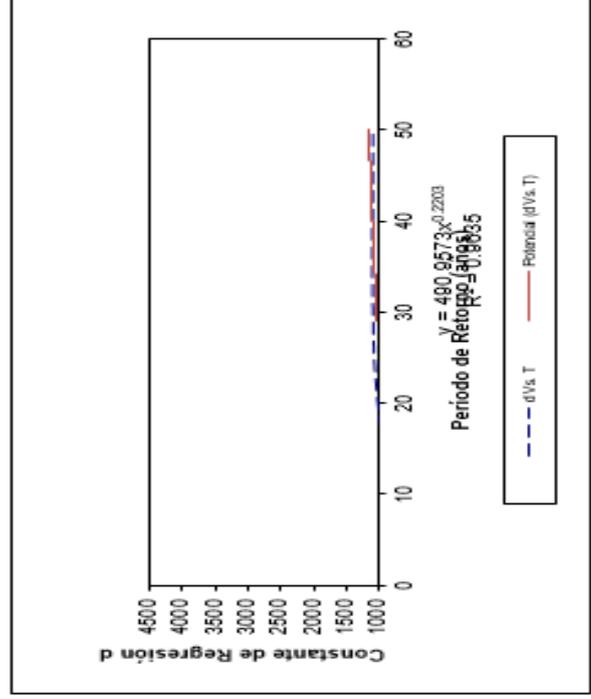
En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del período de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	3	607.0324	1.0986	6.4086	7.0405	1.2069
2	5	704.1528	1.6094	6.5570	10.5531	2.5903
3	10	826.1879	2.3026	6.7168	15.4661	5.3019
4	25	1071.1064	3.2189	6.9764	22.4563	10.3612
5	50	1094.7679	3.9120	6.9983	27.3775	15.3039
5	93	4303.2473	12.1415	33.6571	82.8935	34.7642
Ln (K) = 6.1964		K = 490.9573	m = 0.2203			

Término constante de regresión (K) = 490.9573

Coef. de regresión (m) = 0.220348



La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{0.220348 \cdot T}{0.62266 \cdot t}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Período de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
3	229.59	149.11	115.84	96.84	84.28	75.24	68.35	62.90	58.45	54.74	51.58	48.86
5	256.94	166.88	129.64	108.38	94.32	84.20	76.49	70.39	65.41	61.26	57.73	54.69
10	299.34	194.41	151.04	126.27	109.89	98.09	89.12	82.01	76.21	71.37	67.26	63.71
25	366.31	237.91	184.83	154.52	134.47	120.04	109.05	100.35	93.26	87.34	82.30	77.96
50	426.76	277.17	215.33	180.01	156.66	139.85	127.05	116.91	108.65	101.75	95.88	90.83

Curvas IDF de la cuenca

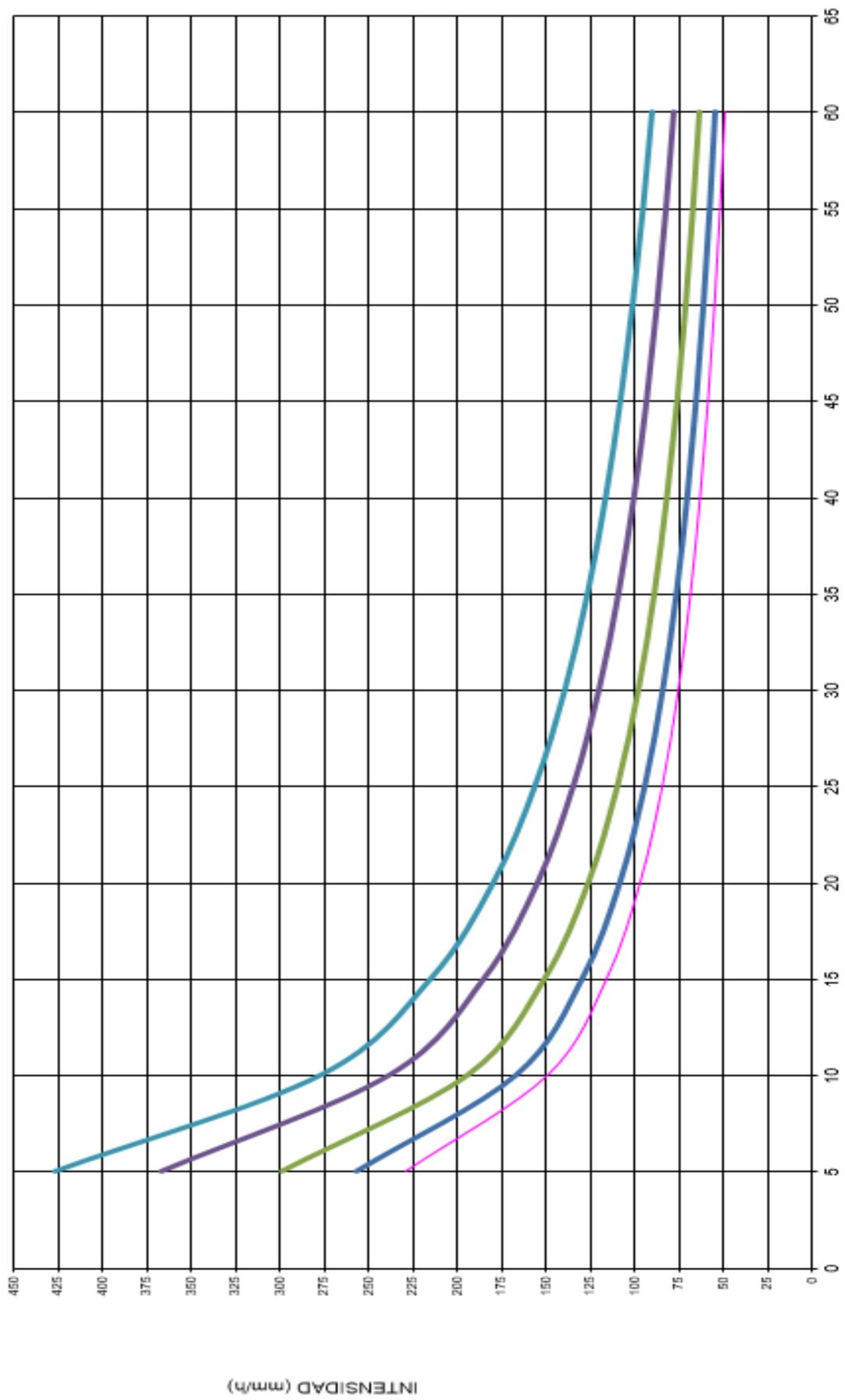
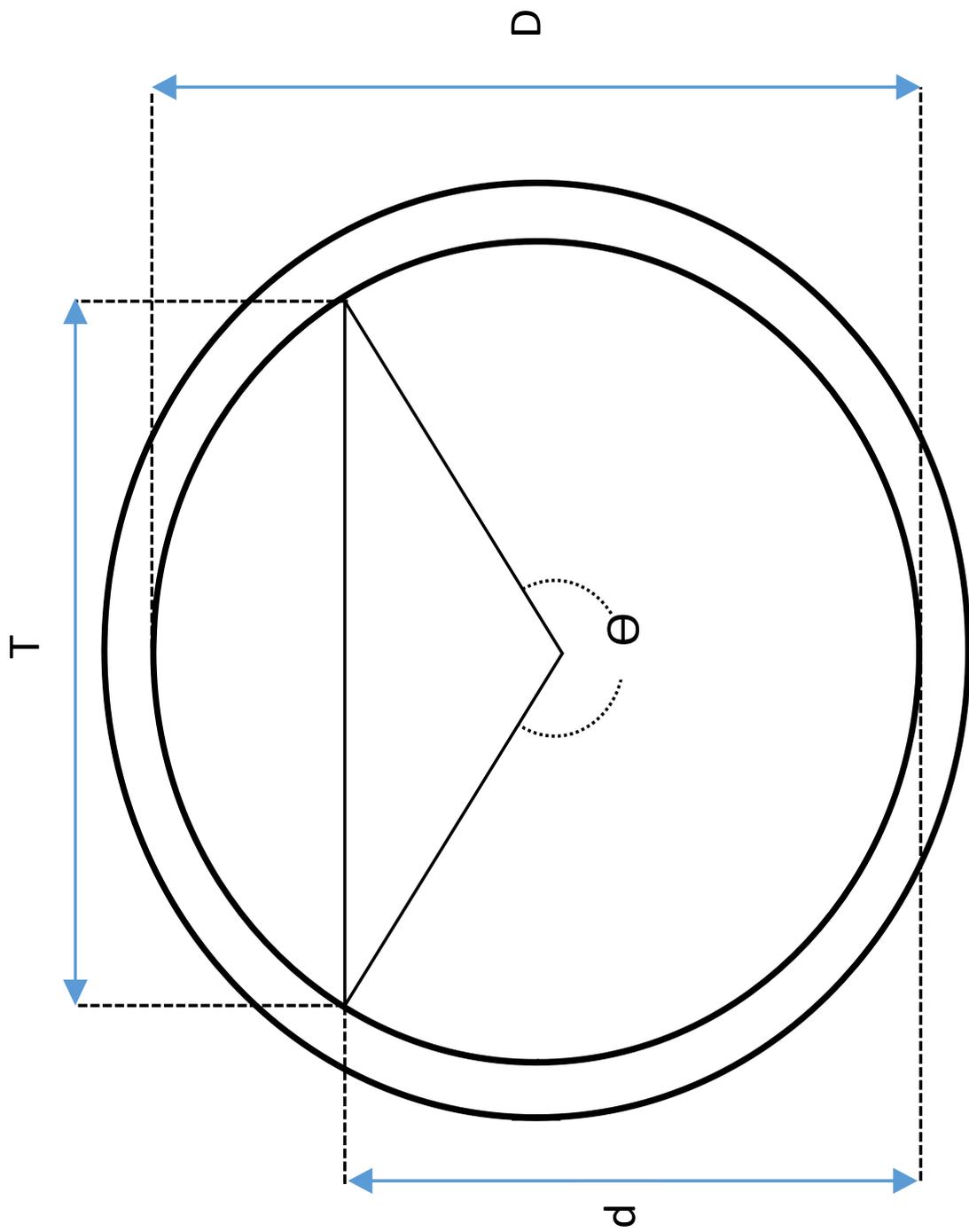


Tabla XX.- Coeficiente de escorrentía compuesto para cada colector

Pozo	Cálculo del coeficiente de escorrentía						
De - A	Área parcial (Ha)	C par.	ΔA (ha)	C inc.	$\Sigma A \times C$	Área total (ha)	C prom.
1	2	3	4	5	6	7	8
1 - 2			1.75	0.30	0.53	1.75	0.30
2 - 3	1.75	0.30	1.20	0.10	0.65	2.95	0.22
3 - 4	2.95	0.22	0.65	0.10	0.71	3.60	0.20
4 - 5	3.60	0.20	0.49	0.10	0.76	4.09	0.19
6 - 5			0.52	0.10	0.05	0.52	0.10
5 - 7	4.61	0.18	0.70	0.10	0.88	5.31	0.17
8 - 7			0.78	0.10	0.08	0.78	0.10
7 - 9	6.09	0.16	0.55	0.10	1.01	6.64	0.15
10 - 11			1.23	0.30	0.37	1.23	0.30
11 - 9	1.23	0.30	0.25	0.10	0.39	1.48	0.27
9 - 12	8.12	0.17	0.00	0.10	1.41	8.12	0.17
12 - 13	8.12	0.17	0.00	0.10	1.41	8.12	0.17
13 - 14	8.12	0.17	0.00	0.10	1.41	8.12	0.17
14 - E	8.12	0.17	0.00	0.10	1.41	8.12	0.17
1 - 15			1.44	0.30	0.43	1.44	0.30
15 - 16	1.44	0.30	1.07	0.10	0.54	2.51	0.21
16 - 17	2.51	0.21	1.01	0.10	0.64	3.52	0.18
17 - 18	3.52	0.18	1.01	0.10	0.74	4.53	0.16
18 - 19	4.53	0.16	1.01	0.10	0.84	5.54	0.15
19 - 20	5.54	0.15	1.01	0.10	0.94	6.55	0.14
20 - 21	6.55	0.14	0.89	0.10	1.03	7.44	0.14
21 - 22	7.44	0.14	0.25	0.10	1.06	7.69	0.14
22 - E	7.69	0.14	0.00	0.10	1.06	7.69	0.14
23-24			0.88	0.10	0.09	0.88	0.10
24-25	0.88	0.10	1.01	0.10	0.19	1.89	0.10
25-26	1.89	0.10	1.01	0.10	0.29	2.90	0.10
26-27	2.90	0.10	1.01	0.10	0.39	3.91	0.10
27-28	3.91	0.10	1.01	0.10	0.49	4.92	0.10
28-29	4.92	0.10	1.01	0.10	0.59	5.93	0.10
29-30	5.93	0.10	1.01	0.10	0.69	6.94	0.10
30-E	6.94	0.10	0.00	0.10	0.69	6.94	0.10

Relaciones hidráulicas para conductos circulares (n_0/n variable)											
Q/Q_0	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V ₀	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	R/R ₀	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V ₀	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	R/R ₀	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	H/D	0,170	0,179	0,188	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V ₀	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R ₀	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,836	0,848	0,860	0,874	0,886
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V ₀	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,766	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R ₀	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V ₀	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R ₀	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,432	0,443	0,450
0,5	V/V ₀	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R ₀	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	V/V ₀	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R ₀	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V ₀	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R ₀	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	V/V ₀	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	R/R ₀	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/V ₀	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/R ₀	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265
1,0	V/V ₀	1,041	1,042	1,042	siendo:	Q =	caudal de diseño				
	d/D	0,914	0,920	0,931		V =	velocidad de diseño				
	R/R ₀	1,172	1,164	1,150		d =	lámina de agua				
	H/D	1,344	1,445	1,584		R =	radio hidráulico al caudal de diseño				
						Ro =	radio hidráulico a tubo lleno				
						H =	profundidad hidráulica				
						n =	número de Manning a caudal de diseño				
						n ₀ =	número de Manning a tubo lleno				
						Q ₀ =	caudal a tubo lleno				
						V ₀ =	velocidad a tubo lleno				
						D =	diámetro de la tubería				



Diseño detallado de los colectores.

Nomenclatura:

CR: Cota de rasante.

CI: Cota de invert.

CE: Cota de energía.

CC: Cota clave.

CL: Cota lámina de agua.

S: Pendiente.

H: Profundidad de clave.

COLECTOR DE 1 – 2 Inicial.

Caudal de diseño: 203.97 lts/seg.

Longitud: 74.74 mts.

CR1= 79.20 CR2= 78.95

CC1= 78.00

Profundidad mínima a la clave de la tubería= 1.20 mts.

H1= CR1 – CC1 = 79.2 – 78.00 = 1.20

Asumiendo:

H2= 1.14 mts

CC2= 78.95 – 1.14 = 77.81

S= .25

El diámetro según la ecuación de Manning es:

$$D = 1.548 \frac{n*Q}{S^{3/8}}^{3/8}$$

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.009 PVC Novafort.

Q = Caudal.

S = Pendiente.

D = Diámetro.

D = 0.447 mts > 447 mm.

Adoptamos el diámetro interior comercial superior.

D int com. = 450 mm > 0.450 mts.

Las características del flujo a tubo lleno de la tubería anterior son:

$$Q_o = 312 \left[\frac{D^{8/3} S^{1/2}}{n} \right]$$

Q = Caudal a tubo lleno.

D = Diámetro interno de la tubería.

S = Pendiente de la línea de energía (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.009 PVC Novafort.

Q_o = 207.85 lts/seg.

V_o = 1.30 mts/seg.

R_o = 0.11 mts.

El porcentaje de utilización de la sección es:

El porcentaje de utilización de la sección es:

$$\frac{Q}{Q_o} = \frac{207.85}{203.97} = 0.84 \text{ siendo } Q/Q_o \leq 0.85.$$

Para la cual se tiene:

$$\frac{V}{V_o} = 0.990 \implies V = 0.99 \times 1.33 = 1.30 \text{ mts/seg. (Si cumple).}$$

Para alcantarillado sanitario: V min = 0.70 mts/seg, colectores secundario.

V min = 0.90 mts/seg, colectores principales.

V min = 1 mts/seg, arrastres excesivos.

$$\frac{d}{D} = 0.770 \implies d = 0.77 \times 0.450 = 0.35 \text{ mts.}$$

$$\frac{R}{R_o} = 1.208 \implies R = 1.208 \times 0.11 = 0.14 \text{ mts.}$$

$$\frac{H}{D} = 0.767 \implies H = 0.787 \times 0.450 = 0.35 \text{ mts.}$$

Esfuerzo cortante para caudal de diseño.

$$T = g * R * S.$$

$$T = 1000 * 0.242 * 0.003 = 0.61 \text{ kg/m}^2 \text{ (Cumple).}$$

Esfuerzo Cortante para el 10 % de la capacidad a tubo lleno (kg/m²).

$$\delta = g * R * S = g \left[\frac{R * D}{R_o * 4} \right] * S.$$

$$\delta = 1000 * 0.136 * \frac{.80}{4} * 0.0025 = 0.35 \text{ kg/m}^2. \text{ Si, cumple.}$$

Para alcantarillado Pluvial

$T_{\text{mín}} \geq 3 \text{ N/m}^2 \text{ ó } 0.3 \text{ kg/m}^2,$
 Caudal de diseño.

$T_{\text{mín}} \geq 1.5 \text{ N/m}^2 \text{ ó } 0.15 \text{ kg/m}^2,$
 Trabaja al 10% de capacidad.

Parámetros	$H_2 = 1.1 \text{ mts}$
CC_2	77.81
S (%)	0.25
D interior	0.447 mts = 447 mm
D interior	0.450 mts = 450 mm
Q_o (m ³ /seg)	207.85
V_o (m/seg)	1.30
Q/Q_o	0.84
Con las relaciones hidráulica se tiene:	
V (m)	1.298 Si cumple
$V^2/2g$ (m)	0.083
d (m)	0.350
R (m)	0.136
H (m)	0.352
T (kg/m ²)	0.17 Cumple Si cumple
T 10 (kg/m ²)	0.44 Cumple Si cumple
E (m)	0.44
NF	0.70 Subcritico

$NF \leq 0.90$ régimen de flujo subcritico.

$NF \geq 1.1$ régimen de flujo supercrítico.

Para el diseño con $H_2 = 1.14 \text{ mts}$.

$$CC_1 = 78.00$$

$$CL_1 = CL_1 - D_{1-2} = 77.55.$$

$$CL_1 = CL_1 - d_{1-2} = 77.90.$$

$$CE_1 = CL_1 - E_{1-2} = 77.99.$$

$$CC_2 = 77.81$$

$$CL_2 = CL_2 - D_{1-2} = 77.36.$$

$$CL_2 = CL_2 - d_{1-2} = 77.71.$$

$$CE_2 = CL_2 - E_{1-2} = 77.81.$$

- La intensidad de la lluvia es un valor obtenido por medio de un estudio hidrológico de la zona, en el caso presente, en el recinto San Francisco del cantón Naranjito, se realizó el análisis de la información pluviográfica, dando como resultados las diferentes curvas de intensidad, duración y frecuencia.
- Para poder obtener la intensidad, se tuvo que definir la frecuencia de diseño de la lluvia con su respectiva duración.

BIBLIOGRAFÍA

Jorge E. Alva; QUIJANO, Miguel Infantes. DISEÑO SÍSMICO DE PRESAS DE TIERRA Y ENROCADO (*). 2011.

Ordenanza municipal de urbanismo, construcciones y ornato del cantón Naranjito.

SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL (SSA). 2002.: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua.

Michael S. Mamlouk & John P. Zaniwski. Materiales para ingeniería civil. 2012

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI). Datos de Estudio del clima (Estación Milagro)

Rosa Arce Ruiz. La evaluación ambiental en la ingeniería civil. 2010.

Walter Ibáñez. Manual de costos y presupuestos de obras hidráulicas y de saneamiento. 2011.

Apuntes tomados en clase, Hidráulica, dictado por el Ingeniero Josué Rodríguez, Ingeniero Civil de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Cámara de la Construcción de Guayaquil. Rubros Referenciales. Agosto. 2014.

Ilustre Municipio del Cantón Naranjito. Información del Cantón Naranjito,

Páginas web

<http://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion#scribd>

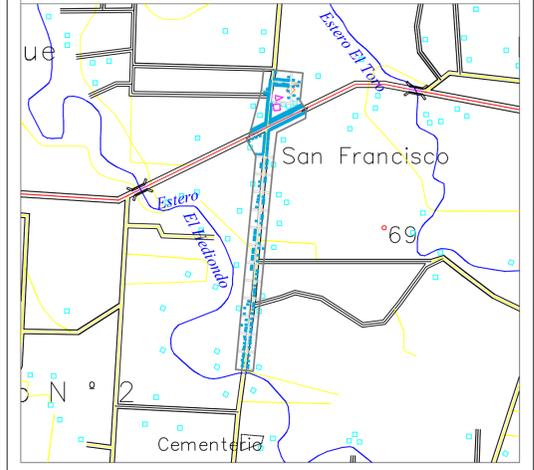
<http://es.scribd.com/doc/69496987/CITAS-PARA-EL-MARCO-METODOLOGICO#scribd>

[*http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL_2014_14-11-2014.pdf](http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL_2014_14-11-2014.pdf)

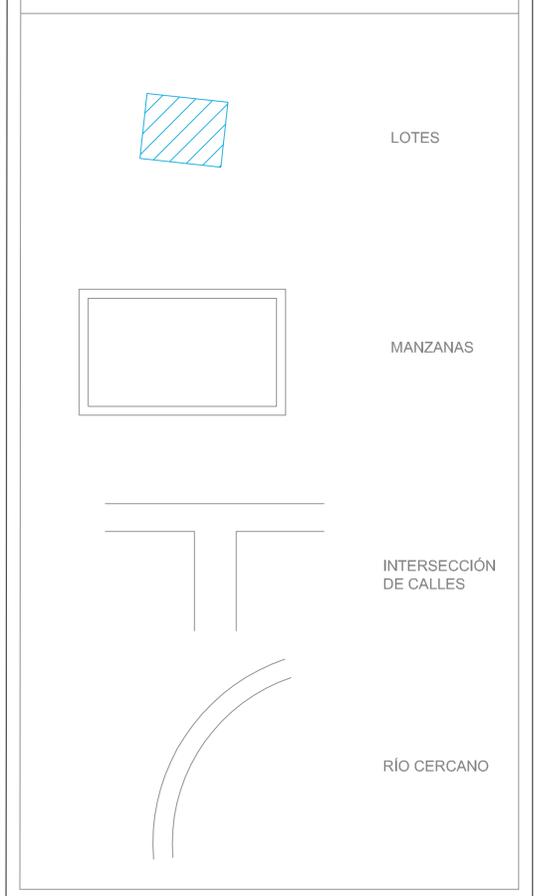
[Otros](#)



PLANO DE UBICACIÓN

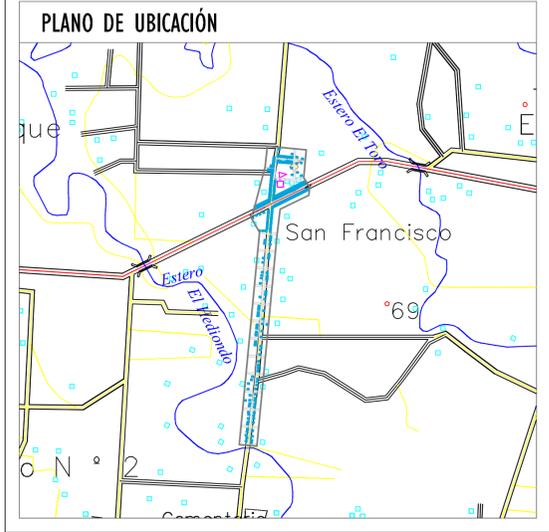


SIMBOLOGÍA




**Universidad Laica
VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil**
 Proyecto de 1984.
 OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RECINTO SAN FRANCISCO PERTENECIENTE AL CANTÓN NARANJITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS, MEDIANTE UN ADECUADO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL UTILIZANDO MATERIAL DE PVC CON EL FIN DE GARANTIZAR EL MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD Y MENOR COSTO

Contenido: PLANO URBANÍSTICO: RECINTO SAN FRANCISCO
 Diseñado: Egsdo. Eddy Diaz Dibujado: Egsdo. Ivan Carrera Flores Revisado: Msc. Josue Rodriguez Santos
 Fecha: Marzo 31 del 2016 Escala: Sin escala **PLANO N° 1**



SIMBOLOGÍA

	CAMARA TIPO
	COLECTOR
	COLECTOR
	LONGITUD DE COLECTOR
	DIAMETRO DE COLECTOR
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PLANTA DE TRATAMIENTO

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

Proyecto de tesis: OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RECINTO SAN FRANCISCO PERTENECIENTE AL CANTÓN NARANJITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS, MEDIANTE UN ADECUADO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL UTILIZANDO MATERIAL DE PVC CON EL FIN DE GARANTIZAR EL MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD Y MENOR COSTO

Contenido: **SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS: AREAS TRIBUTARIAS**

Diseñado:	Dibujado:	Revisado:
Egdo, Eddy Diaz	Egdo, Ivan Carrera Flores	Msc. Josue Rodríguez Santos
Fecha:	Escala:	PLANO N°2
Marzo 31 del 2016	Sin escala	





SIMBOLOGÍA

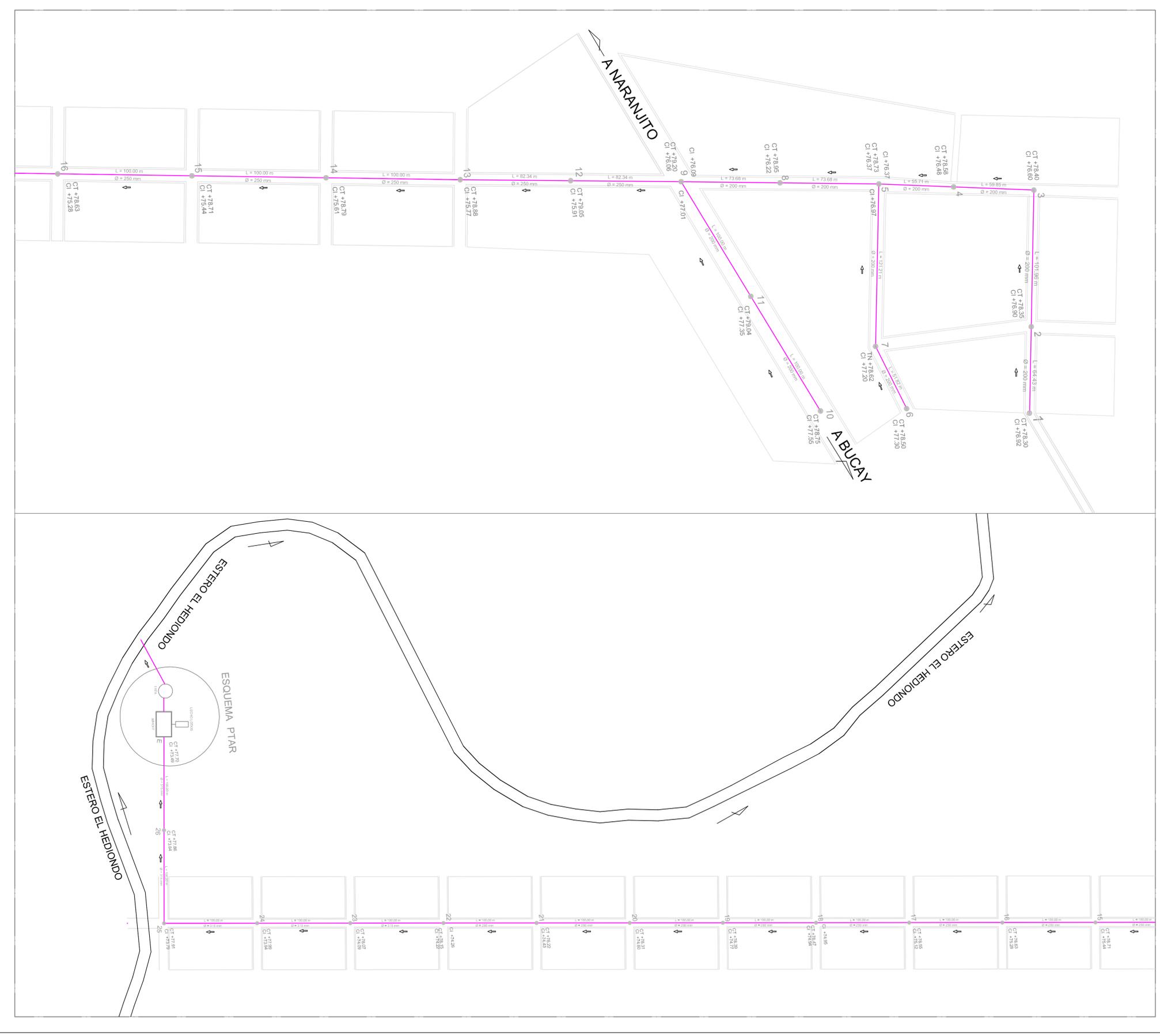
	CAMARA TIPO
	COLECTOR
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT
	LONGITUD DE COLECTOR
	DIAMETRO DE COLECTOR
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PLANTA DE TRATAMIENTO

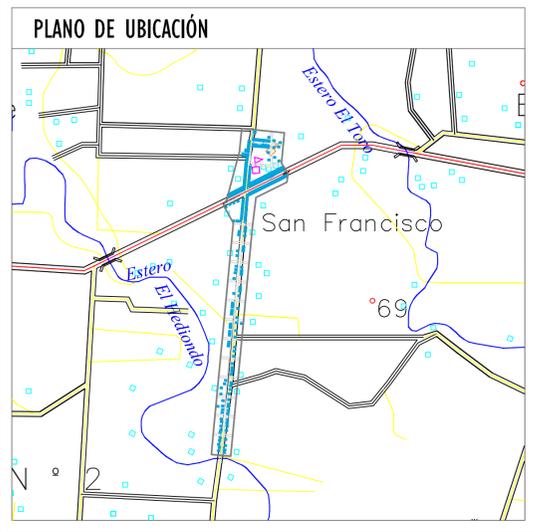
**Universidad Laica
VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil**

Proyecto de Tesis:
OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RECINTO SAN FRANCISCO PERTENECIENTE AL CANTÓN NARANJITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS, MEDIANTE UN ADECUADO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL UTILIZANDO MATERIAL DE PVC CON EL FIN DE GARANTIZAR EL MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD Y MENOR COSTO

Contenido:
SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS: RED DECOLECTORES

Diseñado: Egido, Eddy Diaz	Dibujado: Egido, Ivan Carrera Flores	Revisado: Msc. Josue Rodriguez Santos
Fecha: Marzo 31 del 2016	Escala: Sin escala	PLANO N°3





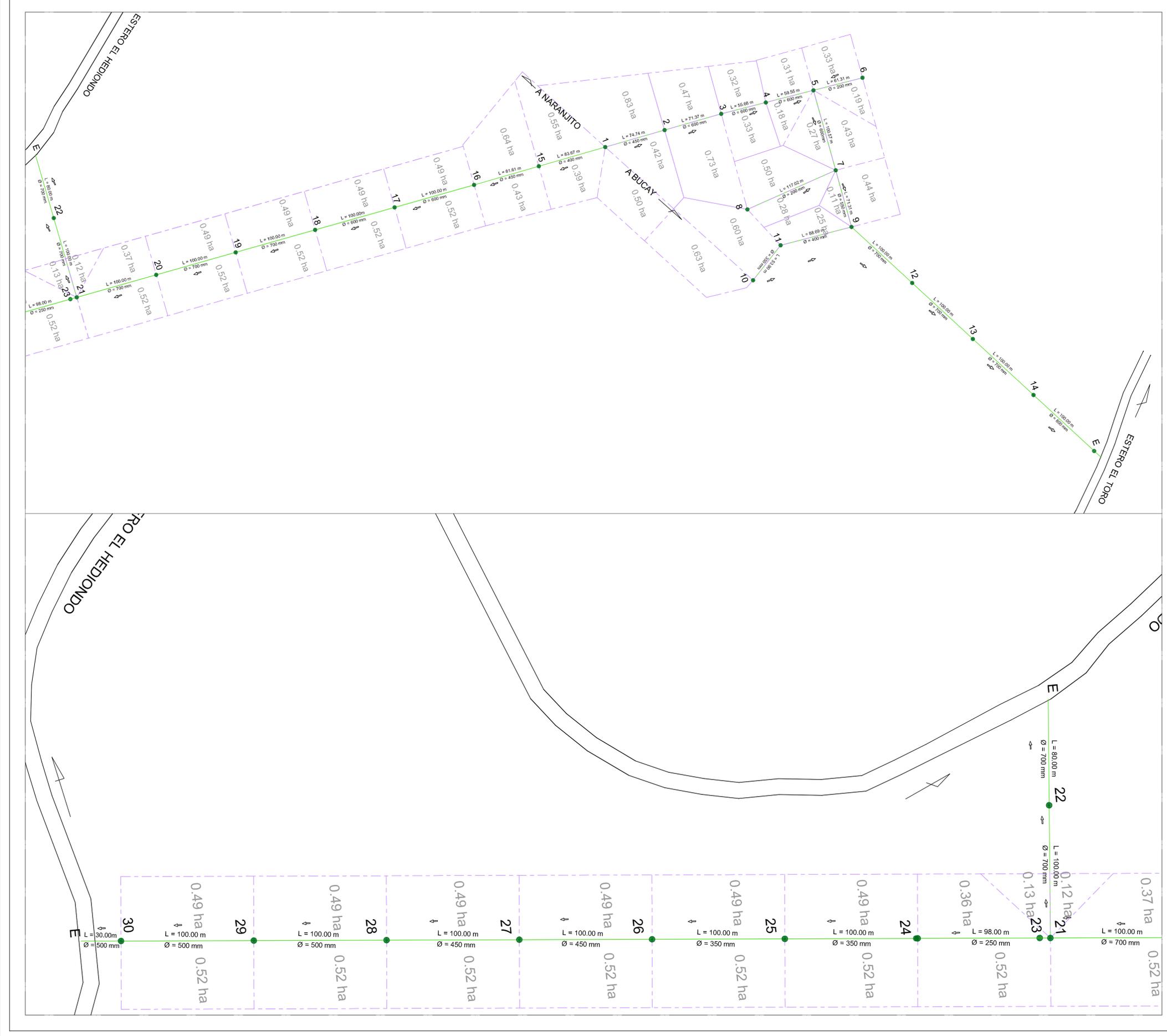
SIMBOLOGÍA

	CAMARA TIPO
	COLECTOR
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT
	LONGITUD DE COLECTOR
	DIAMETRO DE COLECTOR
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	ÁREA TRIBUTARIA

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
 Proyecto de Tesis:
OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RECINTO SAN FRANCISCO PERTENECIENTE AL CANTÓN NARANJITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS, MEDIANTE UN ADECUADO DISEÑO DE SISTEMA DE ALcantarillado SANITARIO Y PLUVIAL UTILIZANDO MATERIAL DE PVC CON EL FIN DE GARANTIZAR EL MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD Y MENOR COSTO.

Contenido:
SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS: AREAS TRIBUTARIAS

Diseñado: Egdo. Eddy Díaz	Dibujado: Egdo. Ivan Carrera Flores	Revisado: Msc. Josue Rodriguez Santos
Fecha: Marzo 31 del 2016	Escala: Sin escala	PLANO N°4



PLANO DE UBICACIÓN

SIMBOLOGÍA

-  CAMARA TIPO
-  COLECTOR
-  COTA DE TERRENO
-  COTA INVERT
-  LONGITUD DE COLECTOR
-  DIAMETRO DE COLECTOR
-  DIRECCIÓN DEL FLUJO
-  SUMIDERO



Universidad Laica
VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil

Proyecto de Tesis:
OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RECINTO SAN FRANCISCO PERTENECIENTE AL CANTÓN NARANJITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS, MEDIANTE UN ADECUADO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL UTILIZANDO MATERIAL DE PVC CON EL FIN DE GARANTIZAR EL MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD Y MENOR COSTO

Contenido: **SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS: RED DE COLECTORES**

Diseñado: Egdo, Eddy Díaz	Dibujado: Egdo, Ivan Carrera Flores	Revisado: Msc. Josue Rodriguez Santos
Fecha: Marzo 31 del 2016	Escala: Sin escala	PLANO N°5

