

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Diseño del Sistema de conducción y evacuación de las aguas residuales del Barrio Santa Catalina ubicado en la Provincia de Santa Elena incluyendo alternativas para tratamiento de efluente”

PROYECTO DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA CIVIL

Presentada por:

María Fernanda Cevallos Gorozabel

Andrea Madeline Sánchez Martínez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTO

A Jehová por su infinita misericordia y bendiciones, por haberme permitido llegar hasta este punto. A mi Madre Zoila Gorozabel y mi Padre Elías Cevallos quienes con gran amor se esforzaron por darme siempre lo mejor y enseñarme el valor de la perseverancia. Finalmente a mis profesores y amigos quienes de una manera u otra me estuvieron alentando y apoyando por este arduo camino.

María Fernanda Cevallos G.

AGRADECIMIENTO

A mi padre Celestial Jehová, quien me ha permitido obtener este logro. A mis padres: William Sánchez y María Martínez por tanta paciencia, amor y apoyo incondicional. A mis hermanos Jorge Luis Y Ma. José por ser mi motivación, y a mis familiares, profesores y amigos que me han brindado consejos, cariño y ayuda en esta linda etapa universitaria.

Andrea M. Sánchez Martínez

DEDICATORIA

Dedico exclusivamente este trabajo a mi Padre quien desde el día que nací decidió dejar todo de lado con el afán de darme siempre lo mejor pero principalmente me enseñó a jamás rendirme, y que puedo lograr todo lo que me proponga. Te amo con todo mi corazón, esto va por los dos y ahora es cuando todo comienza.

María Fernanda Cevallos G.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis padres, por el gran esfuerzo que han realizado para darme siempre lo mejor.

Gracias papis por la educación que me han obsequiado, por el cariño, el apoyo y la paciencia infinita que me tienen diariamente; soy tan afortunada de tenerlos en mi vida, ustedes son mi mayor bendición, los amo.

Andrea M. Sánchez Martínez

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

PhD. Miguel Ángel Chávez M.

M.Sc. Alby Aguilar Pesantes

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

María Fernanda Cevallos Gorozabel

Andrea Madeline Sánchez Martínez

RESUMEN

El presente estudio se enfoca en un diseño de prefactibilidad de instalaciones de acopio y disposición de aguas residuales del barrio Santa Catalina ubicado en el Cantón La Libertad - Provincia de Santa Elena; lo cual implica como primer punto, la estimación de caudales de aguas residuales y la determinación de sus características; posteriormente se presentará un diseño hidráulico de alcantarillas para la recogida de las aguas servidas respecto a los diversos puntos de generación, para finalmente conducir las aguas residuales a las instalaciones de tratamiento.

El diseño presenta tres alternativas para el tratamiento de efluente: El sistema existente, una planta de tratamiento semi-tradicional y una instalación moderna para el tratamiento de las aguas negras generadas en el sector.

Este proyecto contiene un estudio de impacto ambiental mediante matrices de Leopold con su respectivo plan de manejo. Cuenta con especificaciones técnicas, planos, presupuestos referenciales y cronogramas valorados de las alternativas antes mencionadas, y con una matriz de valoración para la elección de la alternativa más factible.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS	XIII
SIMBOLOGÍA	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE GRAFICOS	XVIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	
1 GENERALIDADES	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Antecedentes	3
1.3.1 Ubicación	4
1.3.2 Clima.....	5
1.3.3 Topografía	5
1.3.4 Datos de la Población	6
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
2 ENFOQUE Y METODOLOGÍA.....	10
2.1 Investigación de Campo	10

2.2 Bases de Diseño	11
2.2.1 Selección del tipo de alcantarillado.....	12
2.2.2 Red de tuberías y colectores	12
2.2.3 Diámetro mínimo.....	14
2.3 Parámetros generales de Diseño	15
2.3.1 Periodo de Diseño	15
2.3.2 Población de diseño o población futura	15
2.3.3 Consumo neto o dotación media	18
2.3.4 Densidad Poblacional	19
2.4 Caudales de Diseño	19
2.4.1 Caudal de aguas residuales domésticas (QAR)	20
2.4.2 Contribución por infiltración (Qi).....	23
2.4.3 Conexiones Clandestinas (Qc).....	23
2.5 Velocidades de Diseño.....	24
2.5.1 Velocidades máximas y mínimas permisibles.....	24
2.6 Diámetros de Diseño.....	25
2.7 Pendientes de Diseño	26
2.8 Distancias Recomendadas.....	26
2.9 Disposición de las aguas servidas	27
3 ESTUDIOS PRELIMINARES.....	30
3.1 Recopilación y análisis de información existente	30
3.1.1 Datos Demográficos	31
3.1.2 Abastecimiento de Agua	32

3.1.3 Geología de Santa Elena	33
3.1.4 Aguas Residuales	34
3.1.5 Saneamiento	36
3.2 Recopilación y análisis de información nueva	36
3.3 Planteamiento de alternativas	49
3.3.1 Alternativa 1	50
3.3.2 Alternativa 2	51
3.3.3 Alternativa 3	52
4 ESTUDIOS DEFINITIVOS	54
4.1 Análisis y diseño del sistema de redes de AA.SS	54
4.1.1 Análisis hidráulico	55
4.1.2 Diseño de estructuras	56
4.2 Alternativas de Disposición final	59
4.2.1 Alternativa 1. Laguna de Estabilización actual ubicada en Punta Carnero	59
4.2.2 Alternativa 2. Tanque séptico y filtro anaerobio.	60
4.2.3 Alternativa 3. Planta moderna de tratamiento con tecnología DAF	71
4.3 Presupuesto	74
4.3.1 Presupuesto con disposición final a la laguna de estabilización.	74
4.3.2 Presupuesto con disposición Fosa Séptica.	74
4.3.3 Presupuesto con Disposición final Planta de Tratamiento de Lodos.	75
4.4 Evaluación y selección de Soluciones	75

4.5 Especificaciones Técnicas	77
5 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN AMBIENTAL	78
5.1 Identificación de los Impactos Ambientales.....	79
5.1.1 Valoración Cuantitativa y Cualitativa.....	79
5.2 Plan de Manejo Ambiental.....	82
5.2.1 Manejo de desechos sólidos.....	82
5.2.2 Plan de Comunicación y capacitación	85
5.2.3 Plan de Socialización.....	87
5.2.4 Plan de Salud y Seguridad Ocupacional.....	88
5.2.5 Monitoreo y seguimiento ambiental	92
5.3 Recomendaciones Ambientales	95
5.3.1 Fase Previa de Construcción	95
5.3.2 Fase de Construcción	96
5.3.3 Fase de Vida Útil.....	96
5.3.4 Fase de Fin de Vida Útil.....	97
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
6.1 Conclusiones.....	98
6.2 Recomendaciones.....	100

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

AAPP	Agua Potable
AASS	Aguas Servidas
C.O.T	Carbono Orgánico Total
DAF	Disolved Air Flotation
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EX – IEOS	Ex Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
H.A.	Hormigón Armado
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
OMS	Organización Mundial de la Salud
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PVC	Policloruro de Vinilo

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°	Grado Centígrado
'	Minutos
”	Segundos
∅	Diámetro
cm	Centímetro
Ha	Hectárea
h	Hora
km	Kilometro
km ²	Kilómetro cuadrado
l	Litros
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
min	Minuto
mm	Milímetro
Q	Caudal
S	Segundo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del terreno con coordenadas.....	5
Figura 3.1. Topografía de la Zona.....	31
Figura 3.2. Sedimentación - Planta Potabilizadora Atahualpa	32
Figura 3.3. Medidores de Agua Potable, Aguapen	33
Figura 3.4. Foto aérea de la Laguna de estabilización de Punta Carnero. ...	35
Figura 3.5. Expulsión de aguas residuales a las calles.....	36
Figura 3.8. Encuestas en el Barrio Santa Catalina	40
Figura 3.9. Encuestas en el Barrio Santa Catalina	41
Figura 3.18. Plano Santa Catalina	50
Figura 4.1. Vista transversal de la fosa séptica y del filtro anaerobio	65
Figura 4.2. Vista en planta, esquema del funcionamiento de la planta de tratamiento.....	66
Figura 4.3. Vista transversal del pozo de absorción.	69
Figura 4.4. Tubería de Drenaje.....	70
Figura 4.5. Proceso de Tratamiento de Lodos.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Distancias máximas entre pozos de revisión.	14
Tabla II Tasas de crecimiento poblacional.....	16
Tabla III Crecimiento Poblacional	17
Tabla IV Proyección de la Población por Método Geométrico.....	18
Tabla V Dotaciones de acuerdo al clima.....	19
Tabla VI Infiltración (Interagua).....	23
Tabla VII Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados	25
Tabla VIII Pendientes Mínimas	26
Tabla IX Distancias Recomendadas	27
Tabla X Caracterización de Aguas Domésticas.....	28
Tabla XI Caracterización Típicas de Aguas Residuales Municipales.....	29
.Tabla XII Descarga a un cuerpo de agua dulce	29
Tabla XIII Personas por Vivienda.....	39
Tabla XIV Antigüedad dentro del Sector	40
Tabla XV Situación Legal del Terreno	41
Tabla XVI Posee Servicio de AAPP	42
Tabla XVII Método de Descarga de AASS	43

Tabla XVIII Importancia en relación al manejo de AASS	44
Tabla XIX Disposición de la Comunidad a Ayudar.....	45
.Tabla XX Disposición a ser Reubicados	47
Tabla XXI Presenta inconvenientes en Época Invernal	47
Tabla XXII Considera que deben tratarse las AASS antes de llegar a su disposición final.....	48
Tabla XXIII Coeficientes de Manning.....	55
Tabla XXIV Parámetros de Diseño de Tanque Séptico	61
Tabla XXV Matriz de Selección.....	76
Tabla XXVI Rangos de Reversibilidad	80
Tabla XXVIII Plan de Manejo de Desechos Sólidos.	84
Tabla XXX Plan de Comunicación y capacitación	86
Tabla XXXI Plan de Socialización.....	87
Tabla XXXII Plan de Salud y Seguridad Ocupacional.....	89
Tabla XXXIII Plan de Salud y Seguridad Ocupacional.....	91
Tabla XXXIV Plan de Salud y Seguridad Ocupacional	92
Tabla XXXV Monitoreo y seguimiento ambiental.....	94

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 3.1 Personas por Vivienda	38
Gráfico 3.2 Antigüedad dentro del Sector	39
Gráfico 3.3 Situación Legal del Terreno.....	41
Gráfico 3.4 Posee Servicio de AAPP	42
Gráfico 3.5 Método de Descarga de AASS.....	43
Gráfico 3.6 Importancia en relación al manejo de AASS	44
Gráfico 3.7 Disposición de la Comunidad a Ayudar.....	45
Gráfico 3.8 Disposición a ser Reubicados	46
Gráfico 3.9 Presenta inconvenientes en Época Invernal	47
Gráfico 3.10 Considera que deben tratarse las AASS antes de llegar a su disposición final.....	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tasa de crecimiento	17
Ecuación 2. Promedio de r.....	18
Ecuación 3. Población Futura	18
Ecuación 4. Caudal.....	20
Ecuación 5. Caudal Medio para agua potable	21
Ecuación 6. Caudal medio de Aguas servidas.....	21
Ecuación 7. Caudal máximo instantáneo.....	22
Ecuación 8. Coeficiente de mayoración.....	23
Ecuación 9. Tamaño de la muestra.	37
Ecuación 10. Ecuación de Manning.....	55
Ecuación 11. Volumen del Tanque Séptico	61
Ecuación 12. Valor de Índice Ambiental	81

CAPÍTULO 1

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Al ser parte del siglo XXI, la mayoría estamos acostumbrados a vivir rodeados de una serie de servicios ya creados, de los cuales gozamos, sin ser conscientes de ello. Las redes de recolección de aguas servidas datan de la época del 1700 A.C. en Grecia, donde originalmente se utilizaban canales rectangulares cubiertos con lozas planas, las cuales posteriormente formaban parte del pavimento en las calles, consecuentemente estos se fueron modernizando hasta llegar a los actuales sistemas de alcantarillado.

Los sistemas de alcantarillado sanitario son muy útiles para el control de inundaciones pero más aún para la evacuación de aguas negras; mismas que contienen sólidos disueltos, en suspensión, bacterias y microorganismos que aceleran el proceso de descomposición, hecho que hace que influyan significativamente en la salubridad. A medida que la población aumenta, también lo hacen las necesidades de zonas donde evacuar los desechos que los poblados generan. Por esta razón un correcto sistema de saneamiento resulta fundamental y por ende el mantenimiento del mismo.

1.2 Justificación

La idea de realizar este proyecto, surgió ante la gran necesidad con la que se encuentran muchos sectores del presente Cantón, los cuales al no contar con un sistema de redes de AA.SS adecuado presentan problemas, de los cuales el más apremiante es el relacionado con la salud de los moradores.

Se seleccionó el barrio Santa Catalina, perteneciente al Cantón La Libertad; debido a que posee un punto de afectación mayor en el área ambiental. Aquí ciertas familias por falta de concientización y de no poseer un apropiado sistema de alcantarillado, han optado por construir en su mayoría pozos ciegos y algunos en realizar construcciones de tuberías clandestinas, las cuales conducen estas aguas residuales al canal que pasa a la entrada del Barrio

Santa Catalina. Dicha situación genera un gran problema, el cual tiene repercusiones tanto de salud, ambiente, calidad de vida y estética; por lo que la atención a dicha situación debe ser tomada como de carácter urgente.

Al pensar en todas estas necesidades por parte de las familias que allí habitan, las cuales ascienden a un aproximado de 300; se desarrolló y diseñó un sistema de recolección de aguas servidas, el cual considera la disposición final de las mismas. Dicho diseño incluirá: estudios, presupuesto general y cálculos correspondientes; tanto hidráulicos, sanitarios, entre otros. Finalmente se darán tres posibles soluciones, de las que se elegirá la alternativa más óptima e idónea, que satisfaga criterios tanto como económicos, ambientales y de confort; basada en un presupuesto referencial y un cronograma de construcción.

1.3 Antecedentes

El barrio santa catalina pertenece a un sector marginal del Cantón La libertad; el cual se produjo como resultado de asentamientos clandestinos según encuestas realizadas a sus moradores, los cuales empezaron a poblar dicha zona a partir del año 2005 aproximadamente. En la actualidad gracias a la administración del alcalde Antonio Espinoza, se ha legalizado un 16% de los hogares del barrio Santa Catalina, y además se han realizado mejoras en el

terreno para la reubicación de las casas de los pobladores; ya que este sector cuenta con una topografía bastante irregular, lo que hace de sus viviendas lugares no idóneos y seguros para habitar.

Recientemente se realizó en este barrio trabajos de extensión de agua potable, los mismos que incluyen 1.060 M de tuberías de 63 mm y cerca de 200 guías domiciliarias para el referido sector.

1.3.1 Ubicación

El terreno disponible para realizar el proyecto se localiza 4 km al sur de la cabecera municipal de La Libertad. El sitio de ingreso al predio tiene como coordenadas: 2°14'38.2" Sur y 80°53'42.1" Oeste.

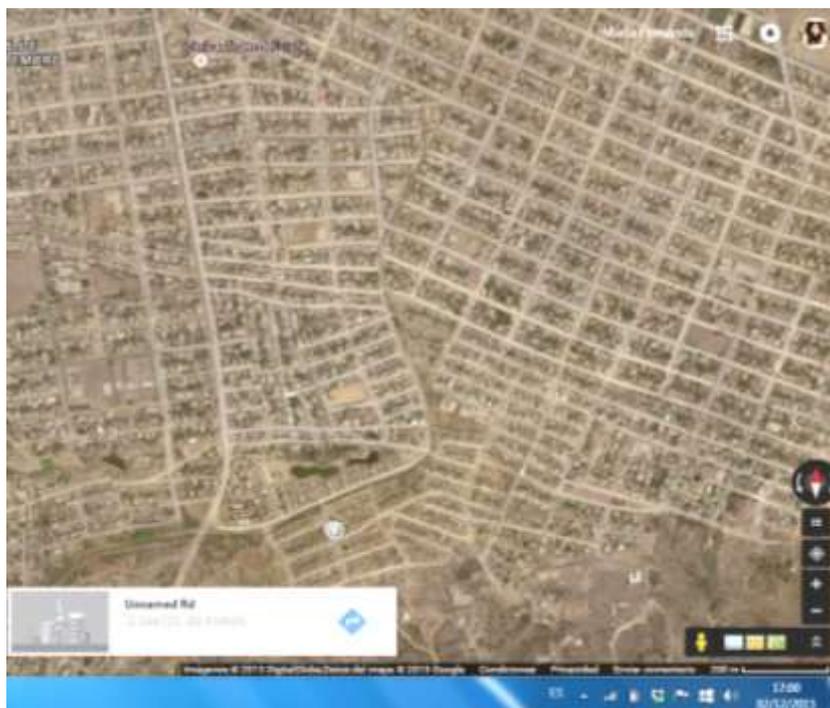


Figura 1.1 Ubicación del terreno con coordenadas

Fuente: Google Earth

1.3.2 Clima

La Libertad es una ciudad de agradable clima “tropical sabana”, cuya temperatura media oscila entre 23 y 24°C. Las lluvias son de tipo torrencial, pero de escasa frecuencia.

1.3.3 Topografía

De acuerdo con los estudios realizados, el área de Santa Catalina, tiene aproximadamente 11 Ha, con una topografía irregular.



Figura 1.2 Santa Catalina

Fuente: Registro Fotográfico (2015)

Cabe enfatizar que este sector, cuenta con un levantamiento topográfico realizado por el Municipio de La Libertad, en donde constan tanto la planimetría como altimetría. En la planimetría se indica la organización y dimensiones de las manzanas y en la altimetría se encuentran las curvas de nivel cada 50 cm con su cota respectiva.

Datos que serán utilizados para la realización del presente proyecto y se detallarán con más extensión dentro del diseño.

1.3.4 Datos de la Población

Mediante un primer acercamiento con las familias que habitan dentro del Barrio Santa Catalina, se pudo obtener la siguiente información:

- Por manzana existen de 15 a 30 casas, dentro de las cuales habitan una media de cuatro personas por familia.
- Cada una de estas familias tiene viviendo dentro del sector más de 5 años en promedio.
- En su mayoría poseen pozos ciegos; con pequeñas excepciones las cuales poseen pozo séptico, o arrojan los desechos directamente al canal.
- Cuentan con servicio eléctrico y alumbrado público.
- Recientemente se instalaron tuberías de agua potable.
- Tan solo 2 manzanas están legalizadas.

El último punto nos es de mucha importancia ya que refleja el problema social de trasfondo; el cual es los asentamientos clandestinos, mismos que no permiten un avance ordenado y digno.

Según datos del último censo de población y vivienda, Fascículo Provincial Santa Elena 2010: un 50,2% corresponde a personas de género masculino y un 49,2% a personas de género femenino. (INEC, 2011)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar el diseño para la conducción y evacuación de las aguas servidas del Barrio Santa Catalina, otorgándole tres posibles alternativas para el tratamiento de las mismas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar encuestas a la población de Santa Catalina para conocer el grado de necesidad que este sector tiene con relación a un sistema de alcantarillado.
- Seleccionar el tipo de alcantarillado para proceder con su respectivo Diseño de conducción de aguas negras.
- Desarrollar tres alternativas de tratamiento de la evacuación de las aguas residuales de Santa Catalina, mejorando la calidad de las aguas antes de la descarga.
- Seleccionar la alternativa que más convenga, utilizando una matriz de valoración que evalúa los aspectos: Técnicos, económicos, ambientales, sociales, funcionales y el tiempo de vida útil.

- Plasmar un estudio de impacto ambiental que genere la construcción del proyecto y analizar el grado de afectación que generará la realización del mismo.

CAPÍTULO 2

2 ENFOQUE Y METODOLOGÍA

2.1 Investigación de Campo

Se empezó con una recopilación de información básica del sector; la cual que fue proporcionada por la entidad AGUAPEN, posteriormente se facilitó el acceso al Municipio de La Libertad, para que con la autorización del Alcalde, se dialogue con el Director de Obras Públicas, y a su vez se preste la información topográfica, con datos actualizados de Santa Catalina. Seguido de esto, con el permiso de la gerencia de AGUAPEN; se obtuvieron planos de redes existentes del barrio a estudiar y de los barrios próximos, ya que en Santa Catalina se construyó recientemente un sistema de AA.PP, beneficiando así a 200 familias, mientras que barrios vecinos si cuentas con alcantarillado.

Mediante una visita de campo al sector, se pudo dialogar con el representante barrial, con el cual se realizó un recorrido por el barrio y explicó a su vez de una manera general las problemáticas del barrio, mismas que corresponden a problemas de legalización de predios y necesidad de servicios básicos. Finalmente como parte de la investigación inicial de campo se realizó una encuesta para obtener datos necesarios para el respectivo diseño, de la cual se muestra el detalle dentro del Anexo 1 y se lo analiza en el punto 3 de este proyecto.

2.2 Bases de Diseño

Es importante que los diseños de sistema de recolección de excretas y residuos líquidos, se ejecuten dentro de un marco apropiado para la realidad de las poblaciones rurales ecuatorianas, debido a esto se optó por trabajar con la norma (INEN, 1997), con las normas dictadas por el ex Instituto Ecuatoriano y Saneamiento (IEOS, 1992), perteneciente hoy en día al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y con el manual de diseño de redes de alcantarillado de Interagua. (Interagua)

Se consideró como pilar fundamental dentro del diseño, las características exigibles de la red, dándole mayor énfasis a los vertidos de agua residual ya que podrían originar riesgo al medio ambiente.

2.2.1 Selección del tipo de alcantarillado

Se basará en la situación económica de la comunidad, de la topografía, de la densidad poblacional y del tipo de abastecimiento de agua potable existente.

Debido a que nuestro sector no cuenta con calles acabadas, se seleccionará el nivel 1 para el diseño, según lo indica la norma EX IEOS en donde se utilizarán pozos sépticos, para grupos de casas, con sistemas de tuberías efluentes de PVC u otro material conveniente que transporte las aguas negras pre asentadas hacia un sistema central o lugar de tratamiento.

2.2.2 Red de tuberías y colectores

La red de recolección, se diseñará tramo por tramo, considerando el caudal de diseño acumulado para cada uno de ellos. Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas negras de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Se calcularán tramo por tramo; las pendientes de estas tuberías se deben basar en las pendientes del terreno natural.

Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno de no menos de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo.

Distancias entre Redes.

Se tomará en consideración que las redes de AA.SS no deben estar en contacto con las de AA.PP ya existentes; debe hallarse una separación de seguridad mínima.

En este proyecto la conducción de saneamiento se ubicará en el plano inferior a la red de abastecimiento de AA.PP y a una profundidad que garantice su seguridad a las cargas exteriores que a la vez permita descargar libremente las conexiones de las viviendas. Se contará con distancias horizontales y verticales entre ambas, no menor a un metro.

Ubicación y recubrimiento de los colectores

Según la Norma INEN, los tramos de colectores tendrán alineación recta y pendiente uniforme. Se tendrá en cuenta un tamaño y pendiente adecuado en los colectores para que así gocen de un flujo máximo sin sufrir sobrecargas, hecho que permitirá que se mantengan velocidades capaces de evitar la deposición de sólidos. Debido a que el ancho de las calles no sobrepasa los 20 m, se proyectará una sola tubería principal en el eje de la vía vehicular.

Se debe colocar un pozo de revisión o cámara de inspección en cada cambio de dirección o pendiente del colector y en los puntos de intersección de colectores. La distancia máxima que puede existir entre las cajas de inspección

depende de la siguiente tabla que se encuentra en función del diámetro de la tubería:

Tabla I Distancias máximas entre pozos de revisión.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 - 800	150

Fuente: INEN, 1997

El ramal colector de AA.SS se ubicará frente al lote, mientras que el eje de este ramal se colocará a una distancia de 0,50 M a partir del límite de la propiedad. Respecto al recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1,0 M en las vías vehiculares y de 0,30 M en las vías peatonales. Si se llegase a encontrar desnivel en el trazado de un ramal colector de alcantarillado, se solucionará mediante una caja de inspección, más no se implementará curvas para esta solución. En todo pozo de revisión, se debe tener en el colector de salida un diámetro igual o mayor a los de los colectores de entrada.

2.2.3 Diámetro mínimo

Se usará de acuerdo en lo especificado en la norma de la EX IEOS, un diámetro mínimo de 0,2 m para alcantarillado sanitario. En las conexiones domiciliaras se tomará un diámetro mínimo de 160mm con una pendiente mínima de 1%, estas partirán desde una caja de revisión. Se debe prever algún dispositivo en la caja de revisión de la conexión domiciliaria para evitar la

entrada de sólidos gruesos a las tuberías de la red. Estos dispositivos pueden ser: una rejilla, un sifón o una combinación de ambos.

2.3 Parámetros generales de Diseño

2.3.1 Período de Diseño

Según el código de Práctica Ecuatoriano, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1997), los sistemas de disposición de residuos líquidos, se diseñan para un periodo de 20 años. Mientras que de acuerdo a normas del (IEOS, 1992), en ningún caso se proyectará obras definitivas con periodos menores que 15 años.

Generalmente, las redes colectoras se proyectan para un periodo de vida útil de 20 a 30 años, sin embargo, en el presente proyecto se considerará un período de diseño de 30 años.

2.3.2 Población de diseño o población futura

La población actual y futura se determinará de acuerdo a los datos censales de la localidad obtenidos en el Anexo 1. El diseño de alcantarillado se debe basar en condiciones futuras, por lo que es fundamental se evaluó la población

al término del periodo de diseño. De acuerdo al Anexo 1, el barrio Santa Catalina está compuesto por 1200 habitantes y 300 predios con un promedio de 4,14 personas por predio, con un consumo únicamente residencial.

Existen muchos factores que afectan el crecimiento de un barrio, por lo que no se puede obtener con exactitud el crecimiento poblacional. Las personas crecen por nacimientos, decrecen por muertes, aumentan y disminuyen por migración. Todos estos factores socioeconómicos influyen en gran porcentaje.

A falta de datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales, la norma (INEN, 1997) muestra índices de crecimientos indicados en la siguiente tabla.

Tabla II Tasas de crecimiento poblacional

REGIÓN GEOGRÁFICA	r(%)
Sierra	1,0
Costa, Oriente y Galápagos	1,5

Fuente: INEN, 1997

También contamos con resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas; en las cuales se investigó el tiempo de asentamiento de las familias, además de eso se recolectó información de la cantidad de personas por cada predio, de acuerdo a eso se obtuvo un estimado de los habitantes en relación a cada año.

Para obtener la rata y así hallar la población futura, se utilizará la información del censo realizada a 95 predios de los últimos 4 años, para de este modo darle exactitud y así hallar mediante el método geométrico la población proyectada para el 2046. El método geométrico para la proyección poblacional, está en función de la población actual, tasa de crecimiento y periodo de diseño.

La fórmula para hallar la rata de crecimiento es la siguiente:

$$r = \left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{\frac{1}{(T_2 - T_1)}} - 1$$

Ecuación 1. Tasa de crecimiento

En donde:

T: Año

H: habitantes

Tabla III Crecimiento Poblacional

AÑO CENSAL	PREDIOS	HABITANTES	rata de crecimiento
2012	88	364	0,036
2013	91	377	0,032
2014	94	389	0,010
2015	95	393	0,026

Efectuado un promedio de r se obtiene:

$$r_m = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$$

Ecuación 2. Promedio de r

$$r_m = \frac{0,036 + 0,032 + 0,010 + 0,026}{4} = 0,026 = 2,6\%$$

Para hallar la población futura, se promediará la rata calculada, con la especificada en la tabla de la tasa de crecimiento población de la INEN.

$$r = \frac{0,026 + 0,015}{2} = 0,020 = 2,0\%$$

$$H_f = H_{2016}(1 - r_m)^{T_{2016} - T_f} - 1$$

Ecuación 3. Población Futura

Tabla IV Proyección de la Población por Método Geométrico

POBLACIÓN FUTURA	HABITANTES
2016	780
2046	1432

2.3.3 Consumo neto o dotación media

La norma de la Ex IEOS muestra dotaciones de acuerdo al clima.

Tabla V Dotaciones de acuerdo al clima

POBLACION FUTURA (HABITANTES)	CLIMA	DOTACION MEDIA FUTURA (lt/hab/día)
Hasta 5000	frío	De 120 a 150
	templado	De 130 a 150
	cálido	De 170 a 200
De 5000 a 50000	frío	De 180 a 200
	templado	De 190 a 220
	cálido	De 200 a 230
Más de 50000	frío	Más de 200
	templado	Más de 220
	cálido	Más de 230

Fuente: NORMA IEOS: Secretaría del Agua, 1992

Según la Tabla 5, se puede observar que el rango está entre 170 a 200 lt/hab/día; se optará por una dotación de **170 l/hab/día**, por tratarse de un barrio marginal que no tiene mucha demanda de agua para consumo.

2.3.4 Densidad Poblacional

La densidad de población o población relativa se adopta como uniforme para todo el sector de diseño; se estableció que la población de diseño según la densidad poblacional del área urbana marginal a utilizar es de 240 hab/Ha.

2.4 Caudales de Diseño

El caudal válido para el diseño de los colectores de aguas residuales se obtuvo mediante de la suma de los caudales de aguas residuales domésticas (**Qar**)

afectado por su respectivo coeficiente de mayoración y retorno, más la contribución por infiltración (**Qi**) y conexiones clandestinas (**Qc**).

$$Q = Q_{AR} + Q_i + Q_c$$

Ecuación 4. Caudal

2.4.1 Caudal de aguas residuales domésticas (Q_{AR})

Las aguas residuales corresponden a cualquier tipo de agua, cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia de la intervención humana; y al ser de tipo domésticas, estarán conformadas por residuos líquidos tales como:

- Aguas negras o fecales.
- Aguas de lavado domestico
- Agua de lluvia.

2.4.1.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario de las aguas residuales del barrio Santa Catalina, es el producto de la población aportante y de las dotaciones de agua potable.

Finalmente se define como el caudal promedio obtenido de un año de registro y es la base para la estimación de caudal máximo diario y caudal máximo horario.

La fórmula para hallar el caudal medio para agua potable es:

$$Q_m \text{ de AA. PP} = \frac{P * D}{86400}$$

Ecuación 5. Caudal Medio para agua potable

En donde:

Q_m = Caudal medio l/s

P = Población actual (hab.)

D = Dotación (l/hab. Día)

El caudal medio diario de aguas servidas (Q_m de AA.SS) es de caudal medio diario de agua potable multiplicado por un coeficiente de aportación de 0,85.

$$Q_m \text{ de AA. SS} = Q_m \text{ de AA. PP} * 0,85$$

Ecuación 6. Caudal medio de Aguas servidas

2.4.1.2 Caudal máximo instantáneo

Los caudales de aguas residuales domesticas oscilan a lo largo del día; por lo que para efecto del dimensionamiento de las obras de alcantarillado, es necesario determinar el caudal máximo instantáneo.

Según la norma (IEOS, 1992), para lugares que no disponen de alcantarillado, como es nuestro caso, se podrá utilizar coeficientes de mayoración de ciudades de características similares o de literatura técnica.

$$Q_{\max} = Q_m \text{ de AA.SS} * KMD$$

Ecuación 7. Caudal máximo instantáneo

En donde KMD es el coeficiente de mayoración llamado coeficiente de Harmon. La población establecida por el coeficiente de Harmon, es la población servida acumulada hasta el punto final, considerada en miles de habitantes.

$$\text{Coef de mayoración} = \frac{1 + 14}{H + \sqrt{P}}$$

Ecuación 8. Coeficiente de mayoración

2.4.2 Contribución por infiltración (Q_i)

Debido a que no se puede evitar la infiltración de aguas subterráneas principalmente freáticas por medio de fisuras en los colectores, juntas mal elaboradas y en uniones entre colectores y cámaras de inspección, estas serán consideradas dentro del cálculo. Este caudal se evalúa multiplicando el coeficiente de infiltración por el área tributaria. Se considera los siguientes rangos dados por Intergua. Para este proyecto se considerará una infiltración baja para la estimación de este caudal.

Tabla VI Infiltración (Interagua)

Tipo de Infiltración	Q_{in} (l/s/ha)
Alta	0,15 – 0,40
Media	0,10 – 0,30
Baja	0,05 – 0,20

2.4.3 Conexiones Clandestinas (Q_c)

Hay que considerar un caudal extra por conexiones ilícitas de aguas lluvias al alcantarillado sanitario. Estos valores a modo de referencias lo da el manual

de diseño de alcantarillado de (Interagua), que pueden ser considerados entre 0,1 y 3,9 l/s/Ha.

2.5 Velocidades de Diseño

2.5.1 Velocidades máximas y mínimas permisibles

La velocidad que se determina es respectivamente la velocidad media, la cual corresponde al 85% de la velocidad máxima. En los sistemas de aguas servidas para ramales de aceras de diámetros entre 160mm a 120mm, las velocidades se encuentran entre 0,5 m/s.

Para colectores primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones del caudal máximo instantáneo, la velocidad del líquido no debe ser mayor que 0,45 m/s y de preferencia deber ser mayor que 0,6, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido (Interagua). Mientras que las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados

Material	Velocidad Máxima (m/s)
Hormigón Simple con unión de mortero	4
Hormigón Simple con unión de caucho	3,5 – 4,00
Asbesto Cemento	4,5 – 5,00
P.V.C	4,5

Fuente: Normas y especificaciones del ex IEOS

2.6 Diámetros de Diseño

Para el diseño de aguas servidas los criterios a tomar en consideración para diámetros mínimos son:

- Para los ramales de aceras $\varnothing=160\text{mm}$.
- Para colectores $\varnothing=200\text{mm}$.

Hay que considerar, que la tubería nunca funcione llena ya que si en la superficie del líquido se generan fenómenos hidráulicos como posibles saltos, de curvas de remanso y otros, siempre este por debajo de la corona del tubo, consintiendo la presencia de un espacio para ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.

2.7 Pendientes de Diseño

La pendiente de ramal de acera se debe encontrar entre 5:1000 y 4:1000, el tirante que acopia las aguas del ramal de acera a la cámara del colector, su pendiente mínima es de 1%. A continuación se muestra un cuadro donde se relaciona el diámetro de tubería y la pendiente mínima que se puede recomendar. Cabe destacar que para nuestro proyecto, se determinará la pendiente mínima en base a la velocidad.

Tabla VIII Pendientes Mínimas

Diámetro de la alcantarilla en pulgadas	Pendiente Mínima
6	0,0043
8	0,0033
10	0,0025
12	0,0019
15	0,0014
18	0,0011
21	0,00092
24	0,00077

Fuente: Normas y especificaciones del ex IEOS

2.8 Distancias Recomendadas

En la Tabla No. 6 detalla los parámetros de diámetros y distancias máximas requeridas para el diseño de tubería según su diámetro.

Tabla IX Distancias Recomendadas

Diámetro en pulgadas	Distancias en metros
de 8 a 18	150
de 21 a 33	200
de 36 a 54	300
de 96 en adelante	450

Fuente: Normas y especificaciones del ex IEOS

2.9 Disposición de las aguas servidas

Es de suma importancia estudiar en punto de disposición de las aguas servidas que genera la población estudiada, por lo que para nuestro proyecto, se plantearán tres alternativas de plantas de tratamiento para la correcta disposición final del efluente.

Se seguirá el procedimiento de disposición por dilución, que consiste en descargar las aguas residuales en aguas superficiales, en este caso, el mar. Los puntos que se debe tomar en consideración en este tratamiento son: la prevención de molestias, enfermedades y la conservación de las fuentes de abastecimiento de agua.

Una planta de tratamiento de aguas negras se diseña para retirar de las aguas servidas las cantidades suficientes de sólidos orgánicos e inorgánicos, o sea la carga de contaminantes del vertido y convertirlo en inofensivo para el medio

ambiente. Para este estudio nos centraremos en la caracterización de aguas residenciales las cuales en su mayoría provienen de contaminación por sustancias fecales, orina y sustancias jabonosas. La característica típica de aguas residuales; es la que se muestra en la siguiente tabla, misma que utilizaremos como línea base para el diseño de Red de AASS.

Tabla X Caracterización de Aguas Domésticas

PARAMETRO	MAGNITUD	
	Romero Rojas	Metcalf & Eddy
Sólidos Totales	720 mg/l	720 mg/l
Sólidos disueltos	500 mg/l	500 mg/l
Sólidos disueltos volátiles	20 mg/l	200 mg/l
Sólidos Suspendidos	220 mg/l	210 mg/l
Sólidos suspendidos volátiles	165 mg/l	160 mg/l
Sólidos sedimentables	10 mg/l	10 mg/l
D.B.O	220 mg/l	10 mg/l
C.O.T	160 mg/l	140 mg/l
D.Q.O	500 mg/l	430 mg/l
Nitrógeno total	40 mg/l	40 mg/l
Nitrógeno orgánico	15 mg/l	15 mg/l
Nitrógeno amoniacal	25 mg/l	25 mg/l
Nitritos	0 mg/l	0 mg/l
Nitratos	0 mg/l	0 mg/l
Fósforo total	8 mg/l	7 mg/l
Fósforo orgánico	3 mg/l	2 mg/l
Fósforo inorgánico	5 mg/l	5 mg/l
Cloruros	50 mg/l	50 mg/l
Alcalinidad	100 mg/l	-
Grasas	100 mg/l	90 mg/l

Fuente: Romero Rojas, 2004 - Metcalf & Eddy, 1995

Considerando como características del agua a tratar, los parámetros estándares que suelen tener las aguas residuales de tipo municipal, las siguientes:

Tabla XI Caracterización Típicas de Aguas Residuales Municipales

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR DE ENTRADA
DBO5	mg/l	350
DQO	mg/l	750
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	350
ACEITES Y GRASAS	mg/l	50
pH		5 - 9

El sistema que se proponga para tratar las aguas residuales, debe cumplir adecuadamente con las normativas vigentes para descargar a un cuerpo de agua, que se especifican en la siguiente tabla (TULSMA, 2003):

.Tabla XII Descarga a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR DE SALIDA
DBO5	mg/l	100
DQO	mg/l	250
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	220
ACEITES Y GRASAS	mg/l	30
pH		5 - 9

CAPÍTULO 3

3 ESTUDIOS PRELIMINARES

3.1 Recopilación y análisis de información existente

Mediante un contacto directo y la colaboración de la Municipalidad de La Libertad y AGUAPEN se pudo recopilar cierta información tales como planos topográficos y publicaciones existentes de cambios y adecuaciones dentro de dicha comunidad.

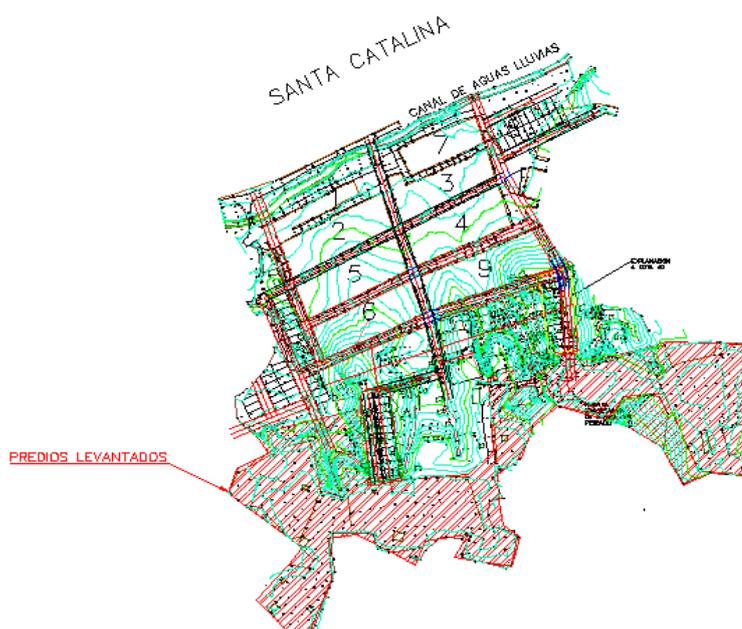


Figura 3.1. Topografía de la Zona

3.1.1 Datos Demográficos

El barrio Santa catalina posee un área total de 65157.45 m², mismo que cuenta con 12 manzanas; de las cuales tan solo 2 están legalizadas, 6 se encuentran en proceso de legalización, y las 4 restantes corresponde a nuevos asentamientos o que aún no comienzan el proceso de legalización. Para saber cuántas personas habitan es necesario realizara un censo poblacional, el cual se contempló dentro del siguiente subcapítulo. El barrio recientemente fue dotado de redes de agua potable, con 1600 m de tubería instalada y beneficiando así a aproximadamente 200 familias (Aguapen - EP, 2015), sin embargo, existen unas 100 familias las cuales no pudieron ser contempladas dentro de dicha implementación.

3.1.2 Abastecimiento de Agua

Según el fiscalizador de sistemas de AA.SS; el Ing. Carlos Panchana, el consumo de agua por habitante-día dentro del cantón es de aproximadamente 200 Litros*Hab/Día, con una población flotante la cual se establece en épocas festivas. De acuerdo a la OMS, con tan solo 50 Litros*Hab/Día se puede satisfacer las necesidades de un poblado como el de las características de Santa Catalina, por lo que existe un desperdicio de 150 litros*Hab/Día (OMS, 2015).



Figura 3.2. Sedimentación - Planta Potabilizadora Atahualpa

Fuente: Autoras

El sector en cuestión es dotado de agua cruda de AGUAPEN, con un caudal de $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$, mismo que originalmente proviene de la represa Chongón a razón de $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ y luego pasa a la planta de tratamiento de agua ubicado en el sector de Atahualpa, a 25 km de la Libertad y fue construida en el año 1999.

Esta planta actualmente trabaja a máxima capacidad, habiendo ya sobrepasado el periodo para el cual fue diseñada (Secretaría del Agua, 2012).



Figura 3.3. Medidores de Agua Potable, Aguapen

Fuente: Autoras

3.1.3 Geología de Santa Elena

El Levantamiento Santa Elena, comprendido entre la falla La Cruz de dirección general NO-SE y la Falla Posorja de dirección NO-SE ubicada costafuera en el Golfo de Guayaquil. Este alto estructural constituye el margen sur de la Cuenca Progreso, allí afloran las siguientes series de rocas:

- La Fm Santa Elena de edad Campaniano Superior-Paleoceno conformada por lutitas silíceas muy deformadas.
- El grupo Azúcar de edad Paloceno, conformado por areniscas cuarzosas de dureza media.

- El grupo Ancón de edad Eoceno, son arcillolitas grises con microfósiles.
- La Formación Tablazo del Cuaternario, conformada por coquinas y areniscas calcáreas que afloran extensamente en la Península Santa Elena, cubriéndola en posición Sub-Horizontal, su espesor alcanza los 10 m.

3.1.4 Aguas Residuales

Las aguas residuales son tratadas en las Lagunas de Oxidación ubicadas en el sector de Punta Carnero la cual recibe el efluente de Salinas, Santa Rosa, Muey y La Libertad, recibiendo aguas de origen:

- Industrial
- Institucional
- Residencial
- Comercial

Las aguas negras llegan a esta planta de tratamiento por medio de una estación de bombeo ubicada a aproximadamente 700 m de la planta de tratamiento, luego de esta estación el efluente llega a una estructura de hormigón que posibilita la repartición a las 3 lagunas facultativas y luego a la planta de cloración en la que se realiza la desinfección de elementos patógenos para finalmente descargar en el canal y este a su vez, en el estero.

Teniendo en cuenta las tres lagunas anaerobias, éstas pueden almacenar hasta 90.000 m³, por lo que actualmente la capacidad de las lagunas cubre la demanda considerando el total de la población (Xavier, 2013).



Figura 3.4. Foto aérea de la Laguna de estabilización de Punta Carnero.

Fuente: Google Earth

Según AGUAPEN S.A este sistema de tratamiento fue proyectado hasta el año 2030. Este proceso comienza una vez que se acoge el efluente desde la estación de bombeo a través de 2 líneas de tuberías de PVC de 400 mm de diámetro, situando el efluente en la estructura de entrada, donde inicia el tratamiento de las mismas. En la actualidad existen tres lagunas anaerobias y tres facultativas. Los análisis de interés de calidad de agua residual dentro de las diferentes lagunas de estabilización, son realizadas por profesionales a cargo de la empresa Aguapen. S.A.

3.1.5 Saneamiento



Figura 3.5. Expulsión de aguas residuales a las calles.

Fuente: Autoras

El Barrio Santa Catalina no cuenta con un sistema de saneamiento de aguas residuales, de ahí por qué la importancia de este proyecto.

3.2 Recopilación y análisis de información nueva

Para la recopilación de información nueva, se realizó una encuesta tipos sanitaria y socioeconómica, con la intención de adquirir información respecto a las condiciones respecto a dichos parámetros a fin de realizar un estudio más exacto a la realidad que se vive dentro del sector.

Para obtener el tamaño de la muestra, es decir saber cuántas encuestas realizaremos como mínimo, utilizaremos el método simple de obtención de muestra, estableciendo con anterioridad que habitan un total aproximado de 300 familias, para lo que utilizaremos la siguiente fórmula

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p \times q}$$

Ecuación 9. Tamaño de la muestra.

Dónde:

N = Total de la población

$Z_{\alpha} = 1.96$ (Para un 95% de seguridad)

p = proporción esperada (5%)

q = 1-p = 95%

d= precisión de la investigación (5%)

Reemplazando el tamaño de la población de 300 familias, tenemos lo siguiente:

$$n = \frac{300 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,05^2 \times (300 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95} = 58,86$$

Para el diseño realizamos 95 encuestas, dato que está muy por encima del mínimo a tomar, este corresponde a 8 de las 12 manzanas que conforman el

barrio Santa Catalina, y los datos obtenidos fueron los mostrados a continuación.

Pregunta 1.- ¿Cuántas personas habitan por vivienda?

Según los datos obtenidos podemos ver que, de las 95 familias encuestadas, cada una está conformada por un de entre 2 a 8 personas, obteniendo así un promedio de 4,14 personas por familia, que equivale a 4 por trabajar. De aquí partiremos para sacar datos de diseño, tales como población de diseño y población futura.

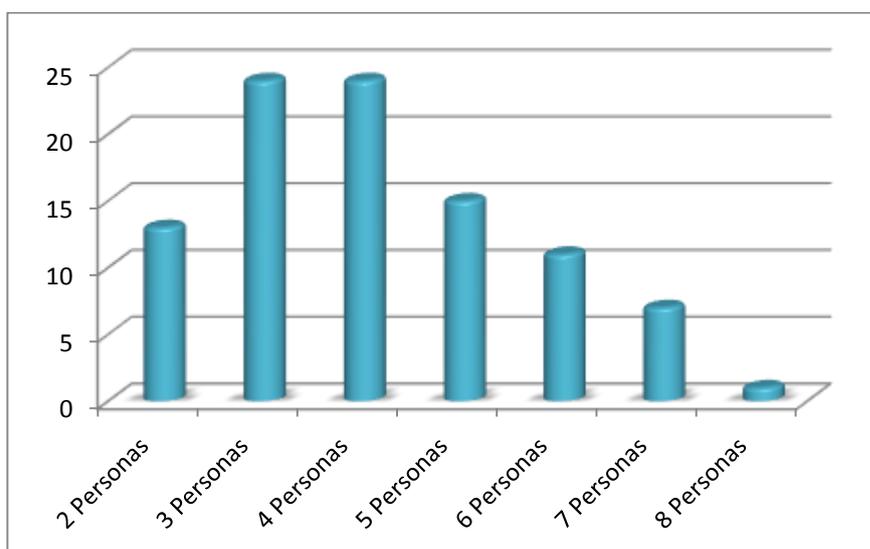


Gráfico 3.1 Personas por Vivienda

Tabla XIII Personas por Vivienda

	2 Personas	3 Personas	4 Personas	5 Personas	6 Personas	7 Personas	8 Personas
Casas	13	24	24	15	11	7	1
	PROMEDIO						4,14

Pregunta 2.- ¿Antigüedad dentro del sector?

Se puede evidenciar que más de un 20% de los habitantes del sector llevan viviendo ahí al menos 5 años y que un 66% sobrepasa el periodo de estadía media. Es importante para nuestro estudio, resaltar el hecho de que un 14% lleva habitando el sector un periodo menor igual a 14 años; hecho que corrobora que, existen asentamientos relativamente nuevos.

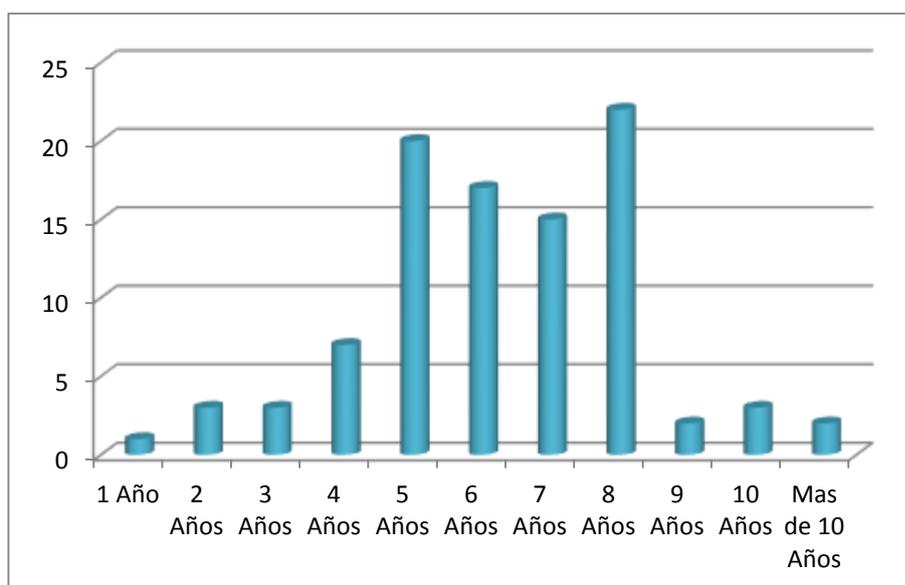


Gráfico 3.2 Antigüedad dentro del Sector

Tabla XIV Antigüedad dentro del Sector

	1 Año	2 Años	3 Años	4 Años	5 Años	6 Años	7 Años	8 Años	9 Años	10 Años	>10 Años
No. Casas	1	3	3	7	20	17	15	22	2	3	2

Pregunta 3.- ¿Está legalizado su terreno?

Se puede observar de los resultados de la encuesta que solo 16 hogares de los 95 encuestados están legalizados, hecho que corresponde a tan solo 2 manzanas, ya que el resto se encuentra en proceso de legalización o aún no ha iniciado ninguna acción.



Figura 3.6. Encuestas en el Barrio Santa Catalina

Fuente: Autoras



Figura 3.7. Encuestas en el Barrio Santa Catalina

Fuente: Autoras

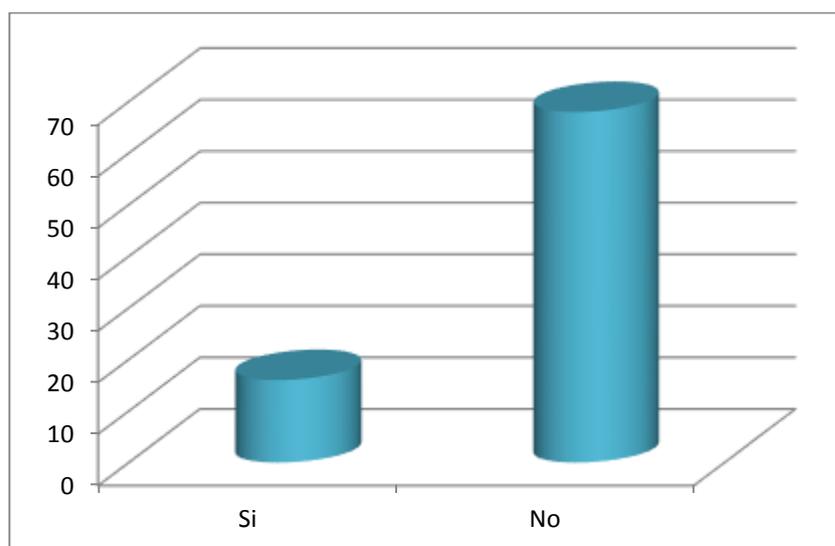


Gráfico 3.3 Situación Legal del Terreno

Tabla XV Situación Legal del Terreno

	Si	No
No. Casas	16	68

Pregunta 4.- ¿Posee usted servicio de AAPP?

En esta pregunta existe unanimidad respecto a la respuesta; ya que recientemente fueron instaladas tuberías de agua potable, hecho que se pudo corroborar en sitio, sin embargo, existen otras 4 restante que no posee dicho servicio y se encuentran a la espera del mismo.

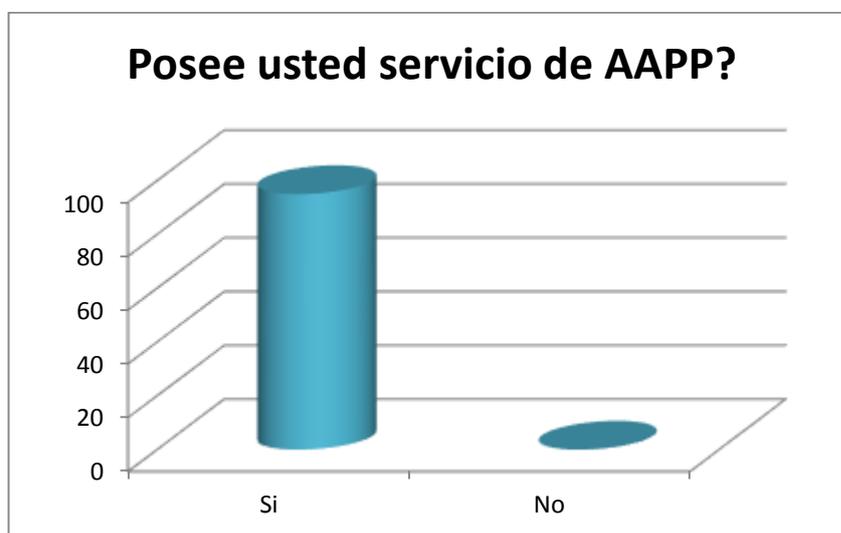


Gráfico 3.4 Posee Servicio de AAPP

Tabla XVI Posee Servicio de AAPP

	Si	No
No. Casas	16	68

Pregunta 5.- ¿Que método utiliza usted para la descarga de Aguas Servidas?

Se establece que en su mayoría, es decir 76 hogares posee pozos ciegos, y que tan solo 13 aducen tener pozos sépticos; en cuanto a los 6 hogares restantes, generan un cierto grado de preocupación ya que según nos informaron arrojan los desechos lejos de la vivienda o directamente al estero, generando así impactos sanitarios y ambientales directos, quedando justificada la importancia de un sistema de tratamiento de aguas servidas.

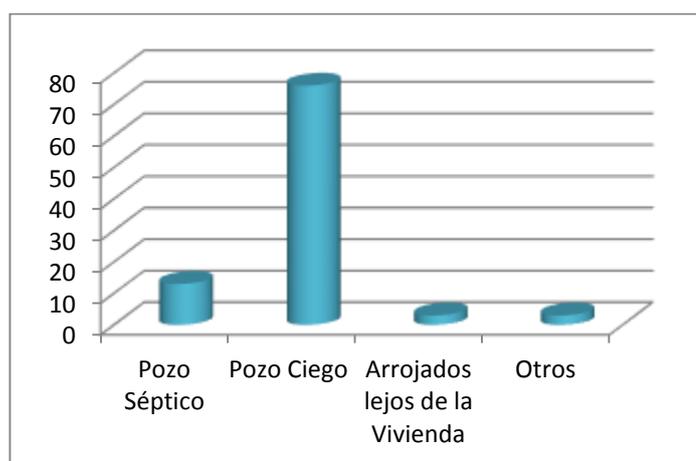


Gráfico 3.5 Método de Descarga de AASS

Tabla XVII Método de Descarga de AASS

	Pozo Séptico	Pozo Ciego	Arroja Lejos de la Vivienda	Otro
No. De Casas	13	76	3	3

Pregunta 6.- ¿Cuál considera usted que es el problema más apremiante en relación al manejo de Aguas Residuales?

En su mayoría, los habitantes de sector Santa Catalina piensan que un proyecto de esta clase puede ayudarlos en todos los ámbitos mencionados; es decir tanto a mejorar su salud, como a ayudar al medio ambiente, o mejorar su calidad de vida y a vivir de esta manera condiciones más dignas, que les permitan progresar y desarrollarse como comunidad.

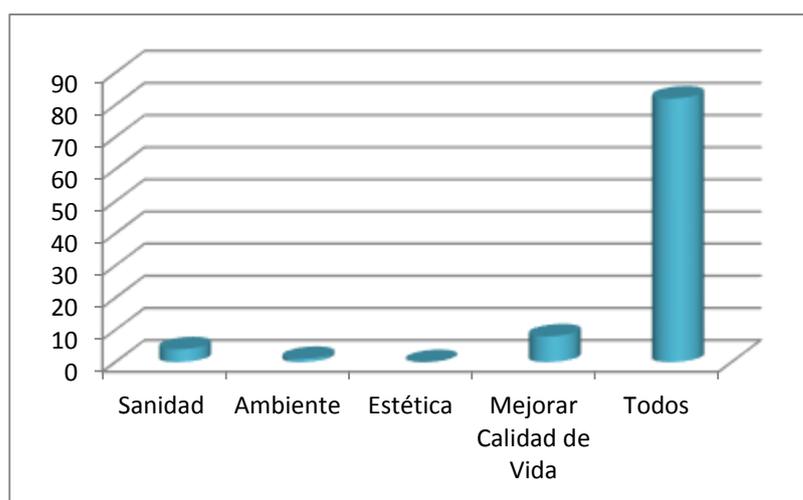


Gráfico 3.6 Importancia en relación al manejo de AASS

Tabla XVIII Importancia en relación al manejo de AASS

	Sanidad	Ambiente	Estética	Mejorar Calidad de Vida	Todos
No. Casas	4	1	0	8	82

Pregunta 7.- ¿Si se llegase a construir un sistema de alcantarillado sanitario, estaría dispuesto a aceptar las molestias que ello conlleva?

Respecto a esta pregunta también existe unanimidad, ya que todos los encuestados manifestaron que sin importar cuanto demore la construcción o cuantas molestias pueda generar durante la construcción del mismo; están dispuestos a aceptar con el fin de tener un sistema de tratamiento de aguas residuales.

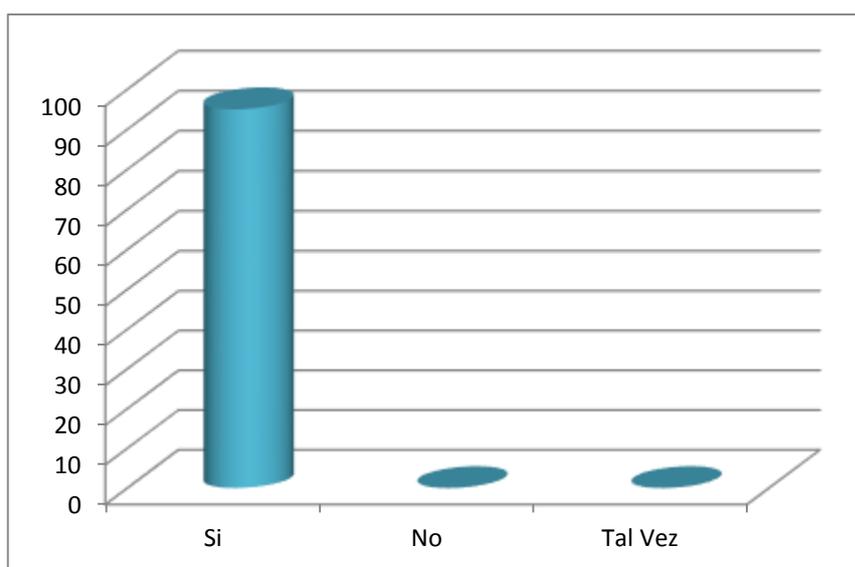


Gráfico 3.7 Disposición de la Comunidad a Ayudar

Tabla XIX Disposición de la Comunidad a Ayudar

	Si	No	Tal Vez
No. Casas	95	0	0

Pregunta 8.- ¿Está usted dispuesto a colaborar siendo reubicado temporalmente en el caso de que sea necesario?

El fin de esta pregunta es saber cuan colaboradores pueden llegar a ser los habitantes del sector; sin embargo, se pudo notar que existe un cierto grado de incertidumbre por parte de los moradores ya que según manifestaron no existen las suficiente garantías y algunos temen de que lo que se le promete no pueda llegar a ser cierto. En el caso de los que respondieron de manera afirmativa, esto se debe a que ya fueron reubicados o ya poseen escrituras de su terreno.

De aquí se resalta que la colaboración se parcializa en un 76 % según las garantías que puedan ofrecer las entidades competentes.

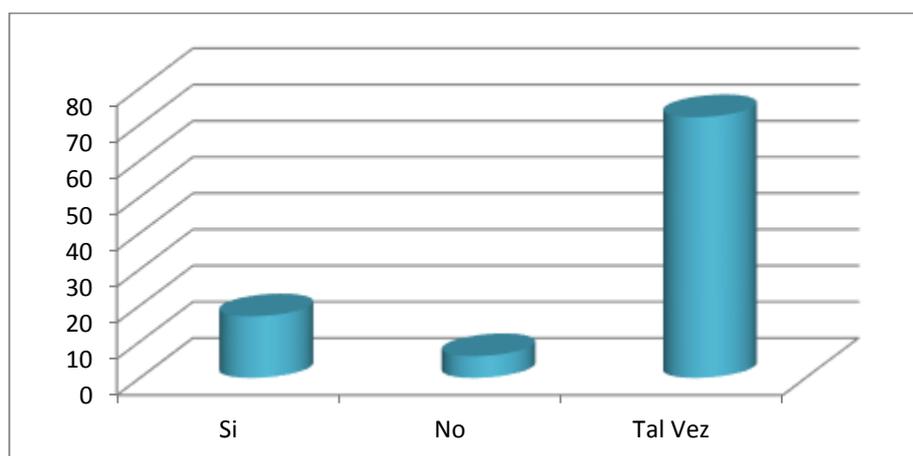


Gráfico 3.8 Disposición a ser Reubicados

.Tabla XX Disposición a ser Reubicados

	Si	No	Tal Vez
No. Casas	17	6	72

Pregunta 9.- ¿La zona en la que habita, presenta inconvenientes en la época invernal?

Se puede evidenciar que un total de 70 familias (74 %) dicen tener no problemas respecto en la época invernal, aparte de la generación de lodos ya que n cuentan con calles asfaltadas, pero en lo que respecta a inundaciones no hay mayor inconveniente.

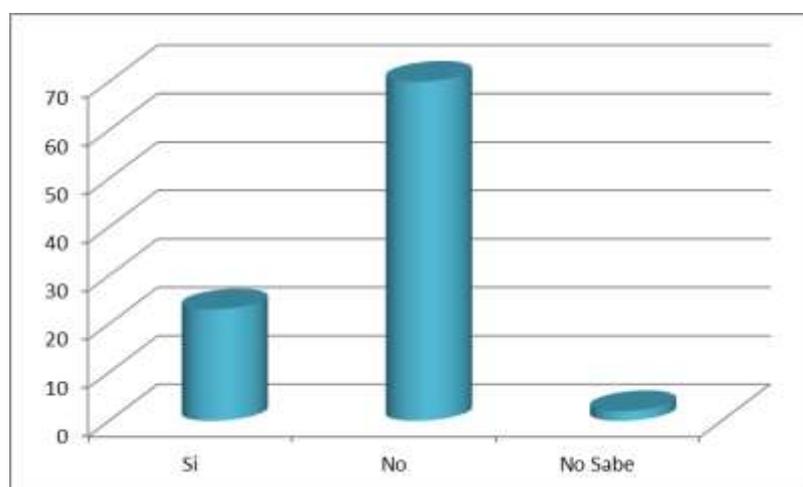


Gráfico 3.9 Presenta inconvenientes en Época Invernal

Tabla XXI Presenta inconvenientes en Época Invernal

	Si	No	No Sabe
No. Casas	23	70	2

Pregunta 10.- ¿Considera que las aguas servidas deben ser tratadas antes de llegar a su disposición final?

Más de un 95% considera que el agua residual que sale de sus hogares debe ser tratada antes de llegar a su disposición final, por lo que vemos el que el grado de concientización de los habitantes es alto.

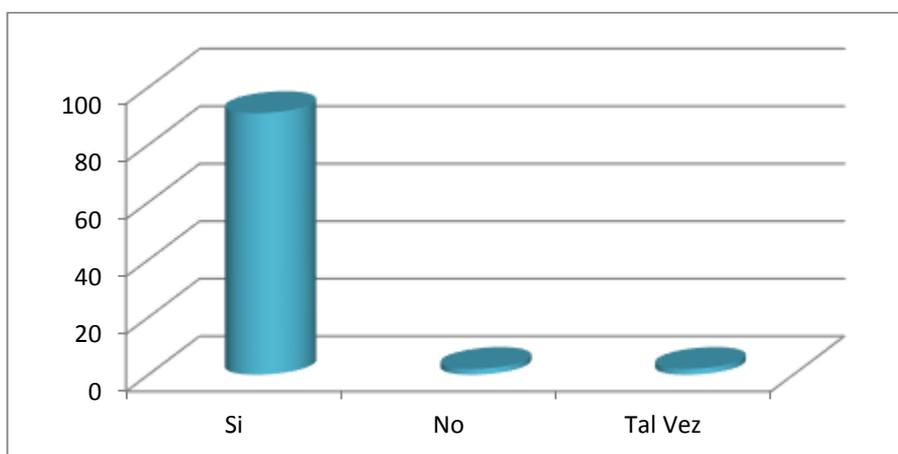


Gráfico 3.10 Considera que deben tratarse las AASS antes de llegar a su disposición final

Tabla XXII Considera que deben tratarse las AASS antes de llegar a su disposición final

	Si	No	Tal Vez
No. Casas	91	2	2

3.3 Planteamiento de alternativas

Para el diseño de recolección y disposición de las aguas servidas del barrio Santa Catalina se necesita diseñar primeramente el sistema de redes de AA.SS que nos ayudará a transportar estas aguas negras a una planta de tratamiento.

Cabe recalcar que en base a lo analizado, el proyecto contemplará ocho de las doce manzanas con las que cuenta el barrio Santa Catalina, ya que estas forman la zona más dispuesta a proyectarse. Los motivos por los cuales se ha restringido el diseño, son de tipo topográfico y ordenamiento territorial; ya que las manzanas que no consideradas en el diseño, estarán sujetas a diversos cambios, tales como reubicación de predios, realización de terrazas y nuevas invasiones. Todo esto involucraría modificaciones en la topografía existente para la ejecución de un diseño en esta área.

Seguido de esto, se han planteado 3 posibles soluciones para tratar las aguas negras que genera este sector, que son las que se detallan a continuación. Hay que recalcar que las tres soluciones contarán con el diseño de redes de AA.SS.

3.3.1 Alternativa 1

Realizar el diseño de redes de AA.SS con disposición final a la Laguna de estabilización existente ubicada en Punta Carnero, la cual recoge las aguas residuales de Salinas, La libertad y Santa Elena.

Según el ministerio del ambiente, la descarga de las lagunas de oxidación al estero grande de Punta Carnero cumple con los límites máximos permisibles, corroborándolo mediante análisis bacteriológicos actualizados a través de un laboratorio acreditado. (Ministerio de Ambiente, 2013).



Figura 3.8. Plano Santa Catalina

Fuente: GAD La Libertad

Esta disposición final se logrará, mediante la conexión directa del sistema de redes de Santa Catalina al sistema de redes existente de los barrios vecinos,

en este caso el Pozo de inspección más cercano con cota *invert* más factible para la unión de nuestro diseño, se encuentra en el barrio Ernesto Gonzales, ya que el sector de Las Terrazas que es el más próximo, no cuenta con alcantarillado sanitario aún.

3.3.2 Alternativa 2

Consiste en un tratamiento primario de las aguas residuales de Santa Catalina, en donde se eliminan la mayoría de sólidos suspendidos en las aguas servidas, esto se logra disminuyendo suficientemente la velocidad de las mismas para que se puedan sedimentar los sólidos, aproximadamente el 60 a 90 %, esto es un proceso físico de asentamiento, la actividad biológica en este transcurso tiene poca importancia.

Las operaciones que se incluyen en este nivel de tratamiento son el desaceitado, la sedimentación primaria, la filtración, neutralización y el despojo; que sirven para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual. Constará de un tanque séptico y filtro anaerobios de flujo ascendente de material granular con el que se logra un efluente de buenas condiciones físico-químicas y bacteriológicas.

Este tanque séptico será de servicio para los habitantes del barrio Santa Catalina. Esta planta estará ubicada en un terreno frente al canal del poblado.

Para conducir los caudales de aguas residuales hacia este sitio, se utilizará el sistema de redes ya antes diseñado.

3.3.3 Alternativa 3

Según las reuniones mantenidas con el Director de Calidad y Ambiente de AGUAPEN-EP, el Dr. Carlos Helguero, se pudo constatar que la laguna de estabilización de Punta Carnero está en su tope y enviar más caudal genera un impacto ambiental profundo en este, por lo que se opta por colocar un sistema moderno que trate las aguas del sector estudiado. Se trata de una planta de tratamiento de aguas residuales moderna, ubicada de igual manera en un terreno frente al canal del poblado. De la misma forma que la solución anterior, se conducirán los caudales de aguas residuales hacia este sitio, se utilizará el sistema de redes ya antes diseñado.

En la actualidad se han desarrollado tecnologías para el tratamiento de aguas servidas, las cuales están siendo utilizadas por diversos proveedores a nivel nacional. Para el proyecto, nos hemos centrado en las tecnologías de flotación por aire disuelto-DAF, la cual es una tecnología convencional de tipo Fisicoquímico.

El mecanismo del proceso del DAF genera burbujas muy pequeñas, con un promedio de diámetro de 20 micrones; esto, en la parte media de la

suspensión. Estas burbujas se adhieren a sólidos finos, materia en suspensión, bacterias, precipitados de grasas, jabones, colorantes, proteínas, elementos orgánicos, etc., elevándolas y haciéndolas flotar en la superficie, permitiendo la clarificación en el fondo del tanque.

La proporción de separación y flotación usando la tecnología DAF está dada por acción de elevación de las burbujas microscópicas, que es de aproximadamente 30 cm/min para las burbujas de 20 micrones, en contraste con la velocidad de asentamiento en un clarificador por sedimentación que es menor a 2.5 cm/min. Esto debido a la pequeña diferencia entre la gravedad específica de los sólidos suspendidos finos y el agua. De acuerdo a estas diferencias de velocidades, tenemos que la flotación es aproximadamente 12 veces más rápida que los procesos clásicos

CAPÍTULO 4

4 ESTUDIOS DEFINITIVOS

4.1 Análisis y diseño del sistema de redes de AA.SS

Ya que las tres alternativas de disposición final deben tener un sistema de recolección de aguas negras, se contará con un diseño general de redes de AA.SS que será de utilidad para las tres soluciones.

4.1.1 Análisis hidráulico

Dimensionamiento de tuberías

Se utilizará Manning para calcular el diámetro teórico de las tuberías secundarias considerado sección llena.

$$D = \left[\frac{3,21 Q n}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Ecuación 10. Ecuación de Manning.

Dónde:

D: Diámetro teórico (m)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

S: pendiente

n: Coeficiente de rugosidad de Manning. El valor de n toma valores que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXIII Coeficientes de Manning

Material	n
Asbesto-Cemento	0,010
Concreto Liso	0,013
Concreto áspero	0,016
Concreto pulido	0,011
Mortero	0,0,13
Piedra	0,025
PVC	0,009

Fuente: Interagua

El diámetro que se adopte será el comercial inmediato superior al teórico, después se calculará para el diámetro adoptado, considerando la tubería como un canal de sección circular.

El tirante líquido para el caudal de diseño será verificado para que:

“Caudal de diseño/Caudal a tubo lleno $\leq 0,85$ ”

4.1.2 Diseño de estructuras

Red de tuberías y colectores

La red de colectores, siguen en general la pendiente del terreno natural. Son diseñados como colectores que se conducen con la fuerza de la gravedad.

Se han diseñado a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas de las edificaciones de cotas más bajas. El diámetro mínimo considerado es de 200 mm para colectores principales y de 160 mm para las redes domiciliarias.

Las pendientes mínimas para los colectores principales son de 0,0020.

Las conexiones de las descargas domiciliarias se harán a través de ramales que se instalaran paralelas a la línea de fábrica de las casas y receptorán todas las aguas residuales que se encientan en su recorrido, estos descargarán a cajas de revisión que permitan el mantenimiento, que se encontraran en cada cambio de pendiente y dirección. Se omitió colocar cajas domiciliarias en cada casa para economizar el diseño, teniendo en cuenta que es un sector marginal y además de que no son de una necesidad grande. Se ha seleccionado tubería de PVC tanto para los colectores principales como para los ramales de acera.

Diseño hidráulico de la red

Las tuberías de los colectores principales han sido diseñadas a tubo parcialmente lleno. Se mantendrán las condiciones de flujo o gravedad en los colectores. Se ha tomado el valor de 0,6 m/s como velocidad mínima de los líquidos en los colectores.

Los cálculos de la red de colectores, se pueden observar en el Anexo 2.

Diseño de pozos y cajas de revisión

Los pozos de revisión se colocarán a una distancia máxima de 100 m si el diámetro de tubería es menor a 250 mm, mientras que para las tuberías de 300 mm, se los ubicara a una máxima de 150 m.

Se ubicarán al inicio de cada tramo, en cambio de pendientes, dirección y sección. Se consideró para la abertura del pozo un mínimo de 60 cm. La tapa de los pozos de revisión, serpa circular y de hierro fundido e irán asegurados al cerco metálico mediante perno, o mediante algún otro dispositivo que impida su apertura por personas no autorizadas. No se recomienda el uso de peldaños en los pozos. Para acceder a las alcantarillas a través de los pozos, se utilizarán escaleras portátiles. El fondo del pozo deberá tener cuantos canales sean necesarios para permitir el flujo adecuado del agua a través del pozo sin interferencias hidráulicas. Los pozos de revisión serán de H.A de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (Ver Detalles en Anexos 3,4).

Las conexiones domiciliarias se realizarán mediante cajas de revisión o cajas domiciliarias. La sección mínima de una caja domiciliaria es de 0,80 x 0,80 m y una profundidad mínima de 0,60 y serán de de HS. Y tapas de H.A con cercos metálicos, ver en planos (Anexo 3).

Con estos diseños referidos se procede a dar soluciones para la disposición final de estas aguas recolectadas. Se tiene como opciones las detalladas dentro del siguiente subcapítulo.

4.2 Alternativas de Disposición final

4.2.1 Alternativa 1. Laguna de Estabilización actual ubicada en Punta Carnero

Contando ya con el diseño de recolección de redes de aguas negras del barrio Santa Catalina, se hará una extensión desde el pozo de inspección P11 con cota Invert de 25,21 m mediante colectores de 250 mm hasta el pozo de inspección más cercano, localizado en el barrio Ernesto Gonzales, con cota Invert de 20,685 m. Este punto de empate está localizado a una distancia aproximada de 200m por lo que se colocarán un pozos de inspección a los 97 m de distancia de pozo P11.

Cabe señalar que cierto tramo de tubería pasara por debajo de un canal, de poca profundidad, por lo que no es necesario el dimensionamiento de alguna estructura como sifón para la conducción de las aguas negras. Logrando así conducir las aguas residuales del sector estudiado, hasta la laguna de

estabilización de Punta Carnero, para que se realice su tratamiento y ser expulsadas al mar.

4.2.2 Alternativa 2. Tanque séptico y filtro anaerobio.

Para la descarga de Santa Catalina se ha diseñado el tanque séptico convencional, compuesto por dos cámaras, la de digestión y pulimento, interconectadas entre sí, y un filtro anaerobio de flujo ascendente con tuberías de infiltración.

Unas de las consideraciones más importantes, es el tiempo de retención hidráulico, el cual debería ser de por lo menos 12 horas, conocemos que en las recomendaciones de (Romero Rojas, 2004) considera tiempos mayores a un día, pero esto implica tener un dimensionamiento muy grande. Además, nuestro diseño contará con un tratamiento adicional mediante un filtro anaerobio.

Tanque Séptico

Conocemos según lo analizado que en el 2046 el barrio Santa Catalina tendrá una población de diseño de 1432 habitantes, por lo tanto se requerirá un tanque séptico con las siguientes características:

Tabla XXIV Parámetros de Diseño de Tanque Séptico

Parámetros de Diseño		
Población futura	1430	hab
Dotación	170	l/hab/día
Caudal residual	144,5	l/hab/día
Caudal infiltración	8,88	l/hab/día
Caudal ilícitas	17,76	l/hab/día
Q total	171,15	l/hab/día

Elaboración: Autoras

Calculo de Volumen:

$$V = P * (Q * Tr + Lf)$$

Ecuación 11. Volumen del Tanque Séptico

En donde:

P: Población futura

Q: Caudal total

Tr: tiempo de retención

Lf: Producción de lodos

Conociendo que la población futura es de 1430 personas, el caudal total de 171,14 l/hab/día, el tiempo de retención a utilizar será de 24 horas y una producción de lodos de 5 l/hab/día. El Volumen calculado será:

$$V = 1430 * (171,15 * 0,5 + 5)$$

$$V = 129518,7 \text{ lt} = \mathbf{251,89 \text{ m}^3}$$

Se preferirá tender dos unidades para facilitar su mantenimiento, por lo que se requerirán dos fosas de 126 m^3 , con una altura de 3 m, que conlleva a necesitar un área superficial por cada tanque de 42 m^2 . Se adoptará una longitud igual a dos veces el ancho del tanque, obteniendo así las siguientes dimensiones para cada tanque:

H:	3	m
B: ($0,7 < b < 2h$)	4	m
L: ($2 < L/b < 4$)	10	m

En donde:

H: Altura útil

B: Ancho

L: Largo

A la altura tomada del líquido se le debe aumentar una altura de 30 cm para la ventilación y acumulación de espumas, por lo que la altura total será de 3,30 m. Para lograr un funcionamiento más eficiente del tanque, se deben enviar, $2/3$ de volumen del tanque para la cámara de digestión, en donde se situarán

la mayor cantidad de lodos, y el tercio que sobra a la cámara de pulimento, obteniendo las siguientes dimensiones finales detalladas a continuación.

- Cámara de digestión:
 - Altura: 3,30m
 - Ancho: 4 m
 - Largo: 6 m

- Cámara de pulimento:
 - Altura: 3,30m
 - Ancho: 4 m
 - Largo: 4 m

Respecto a Filtro anaerobio de flujo ascendente, conocemos que es un procedimiento biológico de desarrollo adherido en el cual la biomasa se mantiene en la superficie del material de soporte, que para nuestro caso será grava, funcionando como una película microbial que digiere la materia orgánica cada que esta fluye a través del lecho. Se pueden emplear lechos de grava de diámetros entre 2 a 17 mm con profundidades de 1,2 a 3 m.

Concerniente a lo estudiado para este tipo de estructuras, se debe probar varios parámetros. Para obtener un 70% de remoción de DBO, se recomienda un filtro anaerobio de $0,05 \text{ m}^3/\text{hab} \cdot \text{día}$. Para eso se usará un periodo de retención de entre 12 y 18 horas y cargas de DQO entre $0,2$ y $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{día}$.

Por lo tanto, los volúmenes requeridos y las dimensiones para el filtro anaerobio serán:

$$V = 1430 * 171,15 * 0,75$$

De igual manera que en la fosa séptica, se deberá dividir el volumen de diseño ya que tendremos dos sistemas de tratamiento, en el que tendremos las siguientes dimensiones:

h:	4	m
b: (0,7 < b < 2h)	4	m
L: (2 < L/b < 4)	6	m

El medio de soporte es el elemento principal en este tipo de estructuras, ya que provee la superficie para que la película biológica crezca y digería la materia orgánica mientras el agua residual fluye a través del tanque. Los materiales más comunes para este tipo de sistemas son gravas o matrices plásticas tubulares, cuenta con características deseables en lo que se refiere a los medios de soporte de la biomasa con una alta superficie por unidad de volumen, poco propenso al taponamiento y con alto porcentaje de vacíos.

Para este filtro utilizaremos un medio de soporte de grava de 1.80m de altura dentro del tanque que contendrá la estructura. Utilizaremos grava ya que son una alternativa económica y de fácil obtención para este tipo de

construcciones. La alimentación del flujo de aguas negras se realizará mediante un sistema de tuberías perforadas en la base del tanque, del cual el agua residual entrará directamente en contacto con el medio de soporte y ascenderá hasta una canaleta de recolección ubicada en la parte superior, la que llevará el efluente a la tubería de salida.

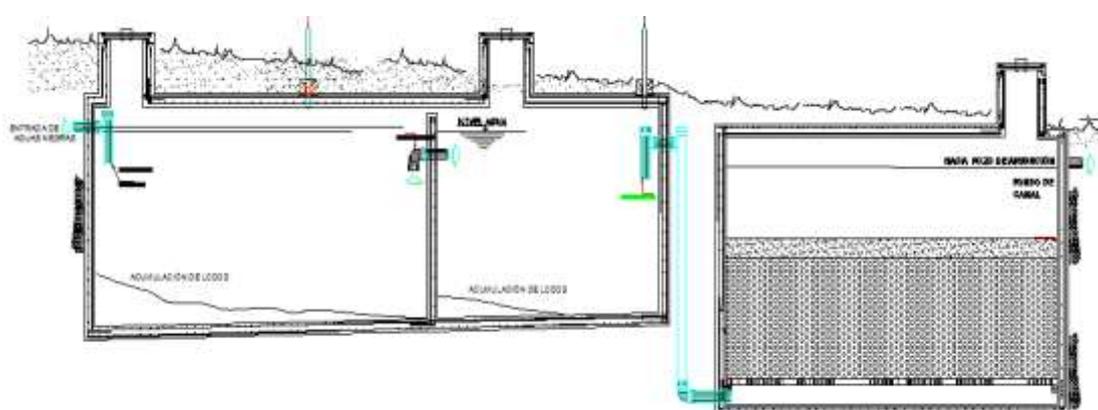


Figura 4.1. Vista transversal de la fosa séptica y del filtro anaerobio

Elaboración: Autoras.

También se construirá, un pozo de infiltración o absorción acompañado de unas tuberías de drenaje.

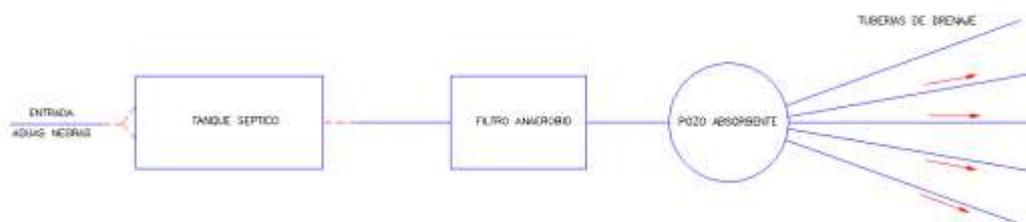


Figura 4.2. Vista en planta, esquema del funcionamiento de la planta de tratamiento

Elaboración: Autoras

Fosa Séptica

Para nuestra fosa séptica diseñada. La generatriz inferior del tubo de entrada se ubicará por lo menos 0,05 m por encima de la generatriz superior de la tubería de salida. Para los dispositivos de entrada se deben colocar estos accesorios según lo que indique en el plano y las especificaciones técnicas, debido a que una mala ubicación afectará el correcto funcionamiento de la planta diseñada.

Se utilizará tuberías de entrada y salida de PVC, con diámetro de 200 mm con sus respectivos accesorios como Tee o codos del mismo diámetro, tal como lo indica el plano. La generatriz superior de la tubería debe estar a 0,20m aproximadamente de la losa. Las fosas sépticas deben poseer entradas dotadas de tapas de sellado hermético, de dimensión de 0,60 x 0,60 m, con el fin de alguna inspección o remoción de lodo digerido. Estas tapas deben estar en el nivel del terreno, se tendrá 2 aberturas de inspección.

Si la fosa séptica en funcionamiento produce malos olores, se debe introducir sustancias alcalinizantes como la cal. También se dejará 2 tubos de ventilación, con el fin de evitar la producción de gas metano, e introducir oxígeno para eliminar bacterias anaerobias y así lograr que no se eleve la nata y evitar el uso frecuente de hidrocleaner.

Filtro Anaerobio

Será de forma rectangular, con fondo falso con aberturas de 0,03 m, espaciadas 0,15 m entre sí, se tendrá un medio filtrante de altura igual a 1,80 m, utilizando gravas con tamaño de 40 a 80 mm. El nivel de salida del líquido del filtro debe estar a 0,10m abajo del nivel del tanque séptico, debido a que la carga hidrostática del filtro es de 0,10 m La salida del efluente debe ser por medio de un vertedero tipo canal, a 0,10 m bajo el nivel superior del líquido en la fosa, debe ubicarse en una cota que mantenga el nivel del líquido a 0,10 m del lecho filtrante.

Tanto las fosas sépticas como los filtros anaerobios, serán construidos de hormigón armado, las tuberías serán de PVC, el material filtrante se hallará limpio y libre de componentes extrañas.

Mantenimiento

Se deben realizar las siguientes actividades cada 4 meses:

- Quitar las tapas de inspección y dejarla ventilar por media hora. El gas que sale de la fosa es explosivo, así que no se debe encender fósforos ni nada parecido.
- Retirar la nata que esté flotando sobre el agua, mediante un cernidero de malla fina de plástico, que tendrá un mango largo para facilitar el trabajo. Esta espuma o nata que se retira debe ser enterrada a unos 30 cm como mínimo. Después de esto se procederá a tapar la boca de inspección.

La remoción de lodos se debe realizar después del primer año de funcionamiento o de su última limpieza, de igual manera destapar la fosa y dejarla ventilar por media hora. Sacar el lodo por medio de bomba o hidrocleaner, cuando se observe que el lodo se encuentre muy diluido o si el nivel del líquido en la fosa esté por la mitad, se dejará de extraer.

Operación y Mantenimiento del Filtro

Se rige por proceso similares a lo mencionado anteriormente, aparte de eso se deben ejecutar las siguientes actividades.

Características del Pozo de Absorción y Tubería de Drenaje

El pozo de absorción es un elemento integrante de la fosa séptica, se trata de un elemento de infiltración alternativo a otras opciones como la zanja e infiltración.

Este sistema provee un tratamiento previo a la disposición final de las aguas al cuerpo receptor (suelo), filtrándolas a través de materiales pétreos como la piedra, grava y arena.

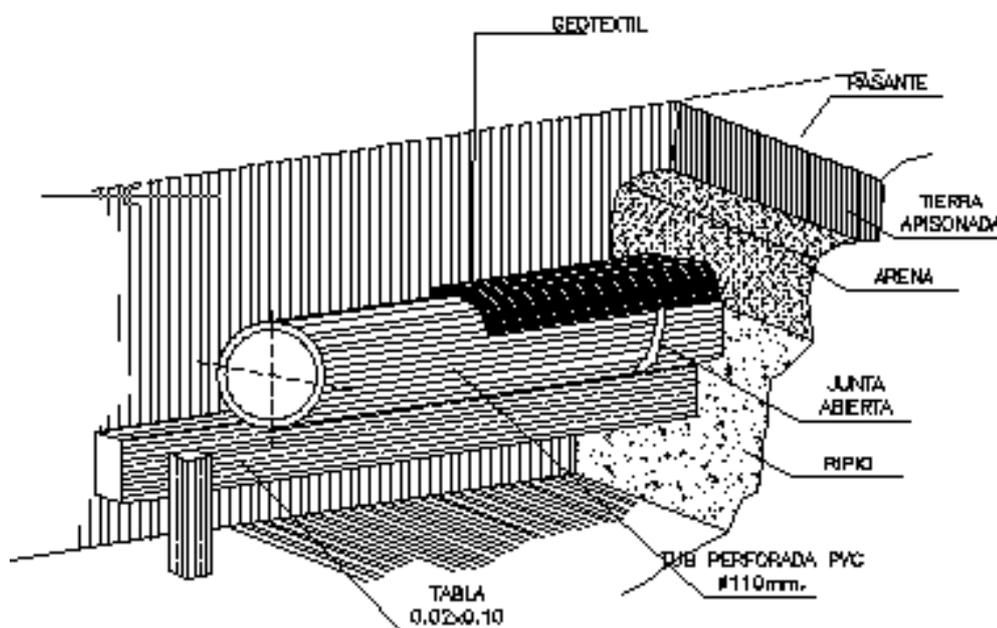


Figura 4.4. Tubería de Drenaje

Elaboración: Autoras.

4.2.3 Alternativa 3. Planta moderna de tratamiento con tecnología DAF

El agua a tratar llegará por gravedad o por bombeo (dependiendo del perfil hidráulico) al SISTEMA DE DEBASTE DE GRUESOS TIPO TORNILLO AUTOMÁTICO, para la separación de los sólidos (basura que personas desechan en drenajes de aguas servidas) que de no ser retenidos obstruyen la siguiente etapa.

Posteriormente el flujo entrará a un DESARENADOR DE PISTA AUTOMÁTICO tipo vórtice, el mismo que captura los sólidos en la tolva central del tanque. A medida que el vórtice dirige los sólidos hacia el centro, unas paletas rotativas aumentan la velocidad, lo suficiente para levantar el material orgánico más liviano y de ese modo retornarlo al flujo que pasa a través de la cámara de arena.

Luego del proceso de Pre--Tratamiento, el afluente pasa al TANQUE DE ECUALIZACIÓN HOMOGENIZACIÓN en el cual se tendrá instalados dos aireadores tipo Flowjet los cuales se encargaran de la agitación del agua, evitando así la generación de procesos anaeróbicos (es decir malos olores y sedimentación de sólidos en suspensión) posteriormente el agua caerá por rebose a un TANQUE DE COAGULACIÓN donde estará instalado un mezclador para la correcta dilución del reactivo (coagulante); ayudando a que se difunda con mayor rapidez, generando flóculos de mayor tamaño.

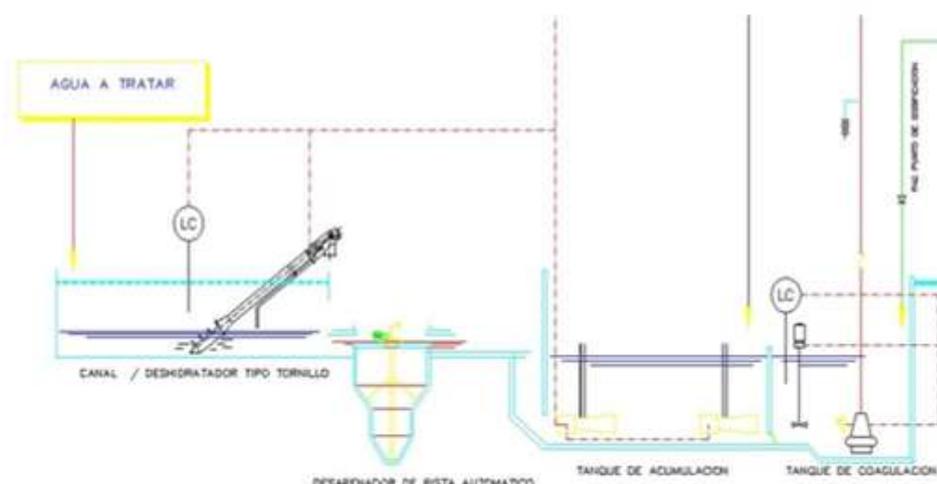


Figura 4.5. Proceso de Tratamiento de Lodos

Fuente: Semgroup

Una bomba sumergible alimentará a la KROFTA SPC-10 (para protección de la bomba se tendrá instalado un dispositivo de control de nivel). El KROFTA SUPERCELL SPC-10 tiene la función de remover la materia no disuelta (sólidos en suspensión) en el agua a través de un proceso físico-químico conocido como flotación por aire disuelto, aplicando el concepto de la velocidad cero. Este principio permite que el agua se quede quieta en la celda de flotación, es decir que dentro de la celda de flotación no se generan corrientes ni turbulencias que estorben la ascendencia de los flóculos; además este principio ayuda a flotar las partículas de menor tamaño por lo que no hay la formación de flóculos grandes, lo que significa menor dosificación de aditivos químicos (menores costos).

Eventualmente los sedimentos serán llevados por una rascadora a una tolva de recolección, donde una válvula de purga descargará estos sedimentos. Una vez concluida la separación de los flóculos en suspensión del líquido, tendremos dos tipos de descargas: uno será el agua tratada y por otro lado se formará una capa de lodo, la cual será removida mediante el dispositivo conocido como cuchara espiral Krofta a una tolva central de recolección de lodos.

En la línea de alimentación del agua a tratar a la SPC-10, se agregan tanto un coagulante (Sulfato de aluminio) como un floculante (polímero). El sistema de aireación se efectuará por medio de tubos de dilución de aire (ADT), el cual cuenta con su propia bomba de presurización y su compresor. Gracias a este concepto podemos optimizar el proceso, tanto por la cantidad como la calidad de las micro---burbujas y el consumo de energía eléctrica. La formación de las burbujas se efectuará a través de una válvula de despresurización.

Una vez que el SUPERCELL SPC-10 termina de clarificar el agua, la misma pasará por una línea al SISTEMA DE DESINFECCIÓN por hipoclorito para su disposición final y otra línea al TANQUE DE LODOS para la estabilización y alimentación al DECANTADOR MECÁNICO DE LODOS el objetivo del equipo propuesto, es la separación de las suspensiones liquido-sólido, deshidratación, concentración y la clasificación de las mezclas de sólidos con líquidos.

Por lo general la planta no requerirá de mantenimiento correctivos durante varios años de funcionamiento pero es necesario contar con planificación y ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para garantizar el correcto funcionamiento.

4.3 Presupuesto

4.3.1 Presupuesto con disposición final a la laguna de estabilización.

PRECIO TOTAL DE LA OBRA: OCHENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UNO CON 68/100 US DOLARES, MAS IVA.

Ver anexo 6, presupuesto #1.

4.3.2 Presupuesto con disposición Fosa Séptica.

PRECIO TOTAL DE LA OBRA: CIENTO VEINTICINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA CON 35/100 US DOLARES, MAS IVA.

Ver anexo 6, presupuesto #2.

4.3.3 Presupuesto con Disposición final Planta de Tratamiento de Lodos.

PRECIO TOTAL DE LA OBRA: QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO CON 85/100 US DOLARES, MAS IVA.

Ver anexo 6, presupuesto #3.

4.4 Evaluación y selección de Soluciones

Los aspectos a comparar para elegir la alternativa más factible es analizada desde el punto de vista Técnico, económico, Ambiental, Social, y funcional.

- **Técnico.-** Se tomará en cuenta el grado de complejidad y dificultad operacional, de acuerdo a los procesos constructivos y de mantenimiento de cada alternativa, seleccionando así la alternativa más rápida a construir, ver cronogramas valorados, anexo 7.
- **Económico.-** Se considera los presupuestos estimados de cada alternativa, eligiendo la que cuente con el costo más bajo.
- **Impacto Ambiental.-** Se analiza los efectos positivos y negativos que ocasiona cada alternativa con respecto al medio habitado y a la disposición final.

- **Impacto Social.-** Se analiza el beneficio que le dará cada alternativa a la comunidad, eligiendo la que produzca mayor beneficios.
- **Vida Útil.-** Se refiere al tiempo de funcionamiento de cada alternativa, incluyendo su mantenimiento, se escogerá la alternativa que necesite de menos mantenimiento y que tenga un periodo de vida más largo.
- **Funcional.-** Se analiza las funciones cumplidas por cada alternativa, eligiendo la que cumpla con los objetivos de este proyecto.

Se empleará una matriz para la comparación de las alternativas, dándole una calificación a cada una respecto a los puntos considerados y así seleccionar la alternativa más óptima.

Tabla XXV Matriz de Selección

ASPECTOS	ALTERNATIVAS		
	SISTEMA EXISTENTE	PLANTA SEMI TRADICIONAL	PLANTA MODERNA
Técnico	5	4	2
Económico	5	4	1
Ambiental	3	4	5
Social	4	5	5
Vida útil	3	4	5
Funcionabilidad	3	4	5
	23	25	23

Elaboración: Autoras

Se dará una puntuación de 1 a 5, considerando el más factible como 5 y el menos factible como 1, apreciando así las calificaciones en conjunto.

Observamos de esta manera, que la planta de tratamiento Semi- tradicional, obtuvo mayor puntuación y un balance entre todos los aspectos analizados; conociendo también que el barrio se trata de un sector marginal, se ha considerado los criterios de la norma (INEN, 1997), la cual menciona que el sistema de tratamiento debe ser de fácil y bajo costo operacional, siendo mantenido con el mínimo costo, por lo que revalida la opción elegida.

4.5 Especificaciones Técnicas

La memoria presentada en el ANEXO 4 dará una clara visión de ejecución de cada rubro de la obra a realizarse en el Proyecto de ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO SANTA CATALINA.

Previo al inicio de los trabajos descritos en el presupuesto adjuntos en el literal anterior, se deberá revisar los diseños conjuntamente la Fiscalización y Supervisión. Para que la ejecución de la obra sea óptima, la Fiscalización deberá hacer cumplir a la parte contratista con lo estipulado dentro del ANEXO 4 de Especificaciones Técnicas.

CAPITULO 5

5 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para una correcta identificación y evaluación de impactos ambientales se realizarán mediante una matrices de Leopold; misma que permitirá identificar impactos en su entorno natural, comparando acciones y factores. En primer lugar se plantean los factores ambientales perjudicados y acciones durante cada fase constructiva y operacional, que den como resultado dichos impactos; para de este modo trazar un Plan de Manejo Ambiental (PMA), con el fin de prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles impactos negativos causados en desarrollo del proyecto de Alcantarillado.

Las matrices de Leopold detalladas en el Anexo 8 incluyen reversibilidad, riesgos y evaluación ambiental, tomando en cuenta las tres etapas del análisis de ciclo de vida:

- Estudios y construcción.
- Vida Útil
- Fin de Vida de la Util

5.1 Identificación de los Impactos Ambientales

Aquí se valorarán las consecuencias de cada una de las fases constructivas a gran y pequeña escala. Para dicha identificación se utilizó la matriz de Leopold Simplificada, la cual refleja e identifica las actividades a desarrollarse dentro del proyecto, caracterizando los aspectos negativos que estos generan sobre factores ambientales que se considerados dentro de la matriz.

5.1.1 Valoración Cuantitativa y Cualitativa

Para la realización de las matrices se identificó la relación entre los factores ambientales a afectarse y las acciones a tomar; cuantificándolas con una ponderación numérica del 1 al 10, siendo 1 la mínima afectación y 10 una

alteración de gran escala provocada en el factor ambiental. Para cada fase del proyecto, se realizaron las siguientes matrices:

- **Matriz Riesgos:** Se utilizará con el fin de controlar, gestionar e identificar los procesos más significativos, identificando los riesgos posibles. Igualmente, nos permitirá evaluar la efectividad de una adecuada gestión y administración de los riesgos principalmente operativos que impactan durante todo el proceso constructivo.
- **Matriz de Reversibilidad:** Considera la reconstrucción del valor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales previas a la intervención humana, una vez que aquella deje de actuar. En este ámbito se considera el rango de valores de la Tabla 24.

Tabla XXVI Rangos de Reversibilidad

ESCALA		VALOR
Irreversible	Baja o Irrecuperable	10
	Recuperable en un plazo largo >30 Años	9
Parcialmente Reversible	Mediano Impacto	8 – 5
Reversible	Reversible a Corto Plazo	4 – 2

- **Matriz de Evaluación Ambiental:** aquí se consolidarán y ponderarán todos los aspectos mencionados anteriormente mediante la siguiente

formula, para así tener una idea la afectación ambiental y el grado de la misma.

$$\text{VIA} = \text{Reversibilidad}^{0,3} * \text{Riesgos}^{0,3} * \text{Magnitud del Impacto}^{0,4}$$

Ecuación 12. Valor de Índice Ambiental, Matriz de Evaluación ambiental

Como resultado del análisis de dichas matrices podemos notar que en la etapa constructiva, el mayor impacto se debe al movimiento de tierras, mismo que alcanza un 26,61% de afectación ambiental, lo cual nos indica que se debe prestar más atención a este factor dentro del PMA. El resultado alcanzado se debe principalmente por la emisión de polvo, gases y ruido debido al transporte de material, como consecuencia se ven afectados la calidad del aire, salubridad y seguridad dentro de la comunidad. Al analizar la matriz de riesgos de la etapa constructiva podemos percibir coincidencias entre dichas matrices, ya que el factor más riesgoso continúa siendo el movimiento de tierras.

Los factores mostrados pueden ser mitigados y poseen un cierto grado de reversibilidad, mismo que se muestra dentro de su respectiva matriz y no sobrepasa 8, el cual es el límite para aspectos reversibles a largo plazo.

En la fase de vida útil; al existir un cambio de parámetros, la mayor afectación visiblemente se da en la etapa de generación de aguas residuales con un alcance del 18,90%, ya que debido al transporte de las aguas residuales se

debe tomar en cuenta el correcto mantenimiento del sistema de alcantarillado. En cuanto al análisis de matrices de reversibilidad y riesgos los factores con mayor afectación corresponden a calidad de agua superficial y escorrentía respectivamente.

Finalmente si examinamos los resultados de las matrices de fin de vida útil del proyecto, todas estas apuntan a una mayor afectación debido a demolición de estructuras, por la gestión de los desechos.

5.2 Plan de Manejo Ambiental

El plan de manejo ambiental que se presenta a continuación, presenta de manera metódica las medidas de mitigación control y prevención respecto a los factores más afectados durante la realización del proyecto.

5.2.1 Manejo de desechos sólidos

Para el desarrollo del correcto manejo de desechos sólidos y plan mostrados a continuación se establecieron los siguientes objetivos:

- Implementar un manejo integral, eficiente y ambientalmente adecuado de los desechos sólidos, emisiones y efluentes generados en las instalaciones, desde su origen hasta su disposición final.
- Disponer los desechos apropiadamente, de tal manera que se cumpla con las regulaciones ambientales vigentes en el Ecuador.
- Mejorar las condiciones ambientales y entorno de trabajo, minimizando los impactos.
- Asegurar la aplicación y cumplimiento del programa motivando a los trabajadores de la construcción del SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO SANTA CATALINA a tomar las respectivas medidas reformativas en cuanto a la generación y disposición de desechos; detalladas en este programa.

Tabla XXVII Plan de Manejo de Desechos Sólidos.

ASPECTO AMBIENTAL: Generación de residuos

IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Contaminación visual	1. Segregación y recolección de desechos sólidos <ul style="list-style-type: none"> - Se colocarán en lugares estratégicos recipientes de diferente color para la disposición de los desechos. - Se designará un equipo de trabajo para la recolección de los desechos en lugares designados previamente. - Los desechos sólidos se recolectarán de las diferentes áreas del proyecto y se almacenarán temporalmente en un área destinada para este fin manteniendo su clasificación. - Se deberá implementar las medidas señaladas en el programa de manejo de desechos, efluentes y emisiones 	Registro Fotográfico	1
Contaminación del Suelo y Agua	2. Almacenamiento Temporal <ul style="list-style-type: none"> - Se establecerá un lugar de almacenamiento temporal dentro del área del PROYECTO DE ALCANTARILLADO DE SANTA CATALINA. 	Registro Fotográfico Cadena de Custodia	4
	3. Transporte y disposición final <ul style="list-style-type: none"> - Los desechos orgánicos serán transportados a los sitios autorizados por el Municipio de LA LIBERTAD. - Se llevará un registro con la información sobre la disposición final de cada desecho. 		4
	4. Manejo de desechos peligrosos (Obra) <ul style="list-style-type: none"> - Se presentará un programa específico para manejo de residuos peligrosos y especiales - Se aplicará el procedimiento descrito en el plan de manejo para los siguientes desechos: Lámparas Fluorescentes y Baterías de Plomo - Pilas de Níquel/Cadmio- - Se elaboraran registros de entrega de desechos a los gestores ambientales autorizados, con las respectivas cadenas de custodia por parte del gestor ambiental al momento del retiro del desecho. 	Cadena de custodia	4

5.2.2 Plan de Comunicación y capacitación

Los objetivos para una aplicación de plan de comunicación y capacitación son los siguientes:

- Dar a conocer las actividades del proyecto.
- Informar sobre las medidas de protección y aspectos de salud y ambiente que se deben considerar durante la obra.
- Asegurarse de que la difusión se dé en forma adecuada y cumpla con los parámetros establecidos.

Tabla XXVIII Plan de Comunicación y capacitación

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Salud de los Trabajadores	Minimizar Contaminación	<p>1. Charlas en Obra</p> <ul style="list-style-type: none"> - La charla de comunicación de las actividades serán impartidas de forma diaria al inicio de las actividades. - Con estas medidas las actividades se realizaran con mayor responsabilidad y control. - En las charlas se hará énfasis en los aspectos de seguridad a implementar, equipos de protección personal y aspectos de Salud y Seguridad Ocupacional. - Se debe recordar a los trabajadores las normas de respeto y conducta adecuada durante horarios de trabajo. 	Registro de asistencia y fotográfico.	4
		<p>2. Capacitación al personal de obra en SSO.</p> <p>Será impartida dos veces mínimo durante el periodo de la ejecución de obra y charlas de capacitación, incluyendo temas como: características, principales tareas asociadas, aspectos de seguridad a implementar, equipos de protección personal y aspectos de SSO.</p>	Registro de asistencia y fotográfico.	4
		<p>3. Capacitación del personal de obra sobre el Plan de Manejo Ambiental (PMA)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se realizarán charlas donde se dé a conocer el contenido del Plan de Manejo Ambiental y la normativa ambiental relacionada a las actividades constructivas. - Estas charlas deberán darse al menos tres veces durante el tiempo que dure la fase de construcción. 	Registro de asistencia y fotográfico.	4

5.2.3 Plan de Socialización

El fin de tomar en consideración las relaciones con la comunidad son las siguientes:

- Garantizar una buena comunicación entre el promotor, constructora, subcontratista y comunidad.
- Reducir conflictos y oposición para el desarrollo del proyecto.
- Cumplir con lo estipulado dentro de la normativa ambiental vigente.
- Dar a conocer el Plan de manejo ambiental.

Tabla XXIX Plan de Socialización

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Ambiental	Mejoramiento de Ambiente	Se deberá considerar acciones propuestas en el Programa de relaciones comunitarias, respecto a las normas de conducta de los trabajadores.	Registro de asistencia y fotográfico (Charlas planificadas = Charlas dictadas)	4

5.2.4 Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

Con el fin de gestionar con éxito la inclusión de todas las partes de construcción del proyecto, se establece el plan de SSO con los siguientes objetivos:

- Asumir actitudes preventivas en todas a las tareas a realizar.
- Identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente.

Tabla XXX Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

NORMAS DE SEGURIDAD LABORAL: Seguridad de los Trabajadores

IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Minimización de Riesgos	<p>1. Aplicación de normas de seguridad: Manejo de Camiones - Normas Básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Activar freno de mano antes de la descarga. -Se bajará el balde de inmediato, después de la descarga y antes de emprender la marcha. -Al realizar entradas y salida, estas se realizarán con precaución -Si se llega a frenar en rampa, el vehículo deberá tener topes. -La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga trasportada. -Deberá ser visible en los vehículos la capacidad de transporte máxima. -El conductor permanecerá en la cabina durante la carga. -No se sobrepasará el peso máximo autorizado. -Solo se permitirá su manejo y conducción a personas especializadas que lo acrediten por medio de una certificación de los organismos competentes. -En los montacargas automotores es obligatorio la existencia de un techo protector para el conductor que lo preserve de la caída de mercancías al realizar la elevación o descenso de cargas. -La carga estará bien entibada y cubierta con lona. <p>Protecciones Personales</p> <ul style="list-style-type: none"> -El conductor del vehículo usará casco homologado cuando baje del camión. -El conductor del vehículo utilizará ropa, guantes y calzado para la conducción de camiones. <p>Protecciones Colectivas</p> <ul style="list-style-type: none"> -No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar maniobras. -Las maniobras de carga y descarga en plano inclinado, serán gobernadas desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante sogas de descenso. 	Observación directa Verificación de Documentos	4

Tabla XXX Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

NORMAS DE SEGURIDAD LABORAL: Seguridad de los Trabajadores

IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Minimización de riesgos de los trabajadores	<p>2. Normas de Seguridad Levantamiento de cargas</p> <p>Las normas de seguridad para el levantamiento manual de cargas, son aquellas que están definidas en el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio de trabajo, Decreto 2393. El peso máximo de la carga que puede soportar un trabajador será el que esta expresado en la tabla del capítulo V de dicho documento.</p> <p>Uso de EPP: Fierro, Soldador, Ayudante: Casco, chaleco reflectivo, Ropa de trabajo, Botas de Seguridad, Guantes de cuero.</p> <p>Uso de EPP: Albañil, Carpintero, Ayudante: Casco, chaleco reflectivo, Ropa de trabajo, Botas de Seguridad, Guantes de cuero.</p>	Observación directa (implementado = Exigido)	4
	<p>3. Normas de Seguridad para Manejo de Maquinaria Pesada</p> <p>La operación de maquinaria pesada de obra será efectuada únicamente por personal calificado y autorizado con licencia para el efecto.</p> <p>a) Se extremarán las precauciones en el caso de que estas máquinas se utilicen para el mantenimiento y la construcción de las vías públicas.</p> <p>b) Se evitará dejar las máquinas estacionadas en zonas de circulación.</p> <p>c) Durante el tiempo de parada de las máquinas, si están dentro de la zona de trabajo, se marcará su entorno con señales de peligro para evitar los riesgos por falta de frenos o atropello durante la puesta en marcha.</p> <p>d) Las medidas antes señaladas rigen también para los trabajos de mantenimiento y en vías públicas.</p> <p>e) Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras para evitar atropellos o golpes.</p> <p>f) Se prohíbe dormir o comer a la sombra de las máquinas de movimiento de tierras. Se reforzará esta prohibición con carteles y avisos.</p>	Licencia de Conducir Tipo E (N° áreas señalizadas = N° de áreas utilizadas en las actividades de mantenimiento y reparaciones)	4

Tabla XXXI Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO: Seguridad de los Trabajadores

IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Minimización de riesgos de los trabajadores	<p>1. Instalación de Señales Preventivas</p> <p>-La función de los colores y las señales de seguridad es atraer la atención sobre lugares, objetos o situaciones que puedan provocar accidentes u originar riesgos a la salud, así como indicar la ubicación de dispositivos o equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La normalización de señales y colores de seguridad sirve para evitar, en la medida de lo, el uso de palabras en la señalización de seguridad. - Se colocará letreros de señalización y precaución, en lugares estratégicos de la obra. - El tamaño mínimo de los letreros será de 0.45m x 0.45m, las letras serán de 15cm. - Se deberá señalar adecuadamente las áreas en la construcción de tal forma que se sepa con exactitud el riesgo laboral. 	Registros fotográficos Observación directa de las áreas señalizadas	1
	<p>2. Señalización del área de trabajo en caso de mantenimiento o reparaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - El área de trabajo debe ser delimitada por bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas a ambos lados del sitio de trabajo. - Delimitar o demarcar zonas de almacenamiento y vías de circulación, y señalar salidas de emergencia, resguardos y zonas peligrosas de las máquinas e instalaciones. 	Informe técnico de los trabajos realizados	4

Tabla XXXII Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

Seguridad de los Trabajadores

IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Minimización de riesgos de los trabajadores	Uso de Equipo de protección personal <ul style="list-style-type: none"> - Todo el personal encargado de las diferentes actividades deberá disponer del Equipo de Protección Personal correspondiente. - La función del equipo de protección personal no es reducir el riesgo o peligro del personal de trabajo, sino adecuar al individuo al medio y grado de exposición. - En caso de duda o desconocimiento del grado de exposición o contaminación a que estará expuesto el trabajador, se hace necesario el uso de los equipos de protección máxima para evitar cualquier riesgo innecesario de las personas que se encuentran en el área de trabajo o emergencia. - Los equipos de protección personal se dividen en dos tipos de protección cutánea (ropa, guantes, botas) y de protección respiratoria. - Se deberá considerar los requisitos mínimos que debe cumplir el EPP. 	Registro de entrega del EPP a los trabajadores del proyecto.	4

5.2.5 Monitoreo y seguimiento ambiental

Respecto al monitoreo y seguimiento ambiental se muestra la siguiente planificación, para lo cual se establecen los siguientes objetivos:

- Cumplir con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.
- Monitorear la cantidad de contaminantes atmosféricos durante la fase de construcción.

- Verificar que la naturaleza y magnitud de los impactos ambientales potenciales se ajusten a lo establecido en el plan de manejo y a los estándares ambientales.
- Establecer la metodología a seguir durante las visitas de seguimiento.
- Garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Tabla XXXIII Monitoreo y seguimiento ambiental

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	VERIFICACIÓN	PLAZO (MES)
Ruido - Polvo	Molestias por Ruido y Polvo	1. Monitoreo para determinar Niveles de presión y partículas Aplicar lo descrito en el programa de Monitoreo Ambiental en los límites máximos permisibles, ubicación de puntos de muestreo y frecuencia, además del control de monitoreo de material particulado.	Reportes de los monitoreos	4
	Minimización de Contaminación de Recursos	2. Visitas de Seguimiento Ambiental -Preparar la información disponible para las visitas de seguimiento ambiental, además de las herramientas y materiales necesarios para su correcto desempeño. -El seguimiento ambiental lo puede realizar un miembro de la fiscalización. -Los registros durante el seguimiento ambiental son de gran utilidad, no representan formatos definitivos, pero si toman en cuenta los aspectos básicos que se deberán considerar durante las visitas. -Los aspectos adicionales que se observen durante las visitas, serán registrados en la sección de observaciones generales.se anexa metodología. -Los formatos de los registros serán los descritos en el programa de monitoreo.	Registro de Cumplimiento de Medidas Ambientales	4
		3. Llenado de Registros y Elaboración de Informes -Durante las visitas de seguimiento se llenaran registros en el programa de monitoreo. -Al finalizar la etapa constructiva, los registros levantados en el respectivo informe que quedara como respaldo de la gestión. - La finalidad del informe de cumplimiento ambiental será el informar sobre el plan de aplicación y seguimiento ambiental ejecutado, así como el cumplimiento al plan de manejo ambiental y plan de contingencias. En este informe se detallará el cumplimiento/no cumplimiento de las medidas consideradas en el plan de manejo ambiental y plan de contingencias. Se incluirá además, las observaciones realizadas a cada uno de estos aspectos.	Fichas de Registro	4

5.3 Recomendaciones Ambientales

Para el Plan de Manejo Ambiental del Barrio Santa Catalina es necesario recalcar ciertas medidas para lograr un desarrollo óptimo, evitando así molestias o daños al medio donde se desarrollará el proyecto.

5.3.1 Fase Previa de Construcción

- Instalación de un campamento con el fin de proteger equipos y material de construcción.
- Instalación de baterías sanitarias móviles, previendo problemas de higiene durante la fase de construcción.
- Los obreros y personal técnico deben cumplir con las normas del correcto uso de vestimenta y uso de equipo de protección personal.
- Instalación de acometidas eléctricas temporales, tomando en cuenta que estas sean trifásicas y cumplan con los voltajes requeridos para maquinaria y equipos en general.
- Fijar el lugar en donde se almacenará y depositará finalmente el desalojo y la basura.

5.3.2 Fase de Construcción

- En el caso de expansión de polvo, se procederá a regar dicha áreas como medida de mitigación durante transporte de materia o excavación y relleno.
- La fiscalización deberá exigir a la entidad contratista, realice las actividades asignadas sin que se ponga en riesgo la seguridad e integridad de sus trabajadores.
- El área de campamento deberá tener las suficientes medidas de seguridad, tales como sistema contra incendios y extintores PQS y CO2 con cargas vigentes.
- La fiscalización está en el deber de suspender cualquier trabajo, si considerase se está incumpliendo con el uso de EPP y dicha actividad se reanudará solo si se realizan los correctivos pertinentes.

5.3.3 Fase de Vida Útil

- Inspección periódica de las cajas y cámaras de registro
- Limpieza y extracción de los sedimentos asentados por parte de la entidad competente.

- Implementar un formato de revisión de herramientas, maquinarias y equipos de protección personal de tal manera que se verifique el correcto uso y evite accidentes innecesarios.
- Las cámaras de inspección requieren una revisión visual semanal, para así evitar una acumulación de lodos.
- Establecer un plan de emergencias en el caso de que existan inconvenientes ya sea por descuido o mal manejo de las instalaciones.

5.3.4 Fase de Fin de Vida Útil

- Ya que se efectuara una reposición de los sistemas se debe tener cuidado durante la reposición por posibles derrames de aguas residuales.
- Minimizar la producción de material particulado en lo posible, reutilizar el material sacado como en mejoramientos o bases negras.

CAPITULO 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. De las encuestas realizadas se concluyó que es de una necesidad alta la ejecución de un alcantarillado en esta zona estudiada, para evitar molestias en la comunidad y evadir impactos ambientales que se están generando en el mismo.
2. Basándonos en la situación económica, topográfica e infraestructurales del sector, se seleccionó el nivel de alcantarillado más bajo para el diseño del mismo, según lo especifica la norma EX IEOS, en la cual se contará con sistema de tuberías de PVC, cajas de registros y pozos de

inspección, que transportaran las aguas negras hacia un lugar de tratamiento.

3. Se desarrollaron tres alternativas para el tratamiento de la disposición final de las aguas residuales de Barrio Santa Catalina, la cuales fueron: la conexión al sistema existente logrando así su disposición final a la laguna de estabilización de Punta Carnero; el diseño de dos plantas de tratamiento semi tradicionales ubicadas en paralelo, compuestas por los siguientes sistemas trabajando en serie: una fosa séptica, un filtro anaerobio de flujo ascendente, un pozo de absorción y tuberías de infiltración; y la implantación de una planta moderna basado en el funcionamiento conocido como DAF.
4. El sistema de redes de AA.SS con la planta de tratamiento semi-tradicional valorada en un monto aproximado de \$125.890,53 fue la seleccionada como la alternativa más conveniente para este proyecto, basándonos en una matriz de evaluación mostrada anteriormente, y en las consideraciones de la norma (INEN, 1997).
5. Se realizó un presupuesto referencial, fundamentándonos en las respectivas especificaciones técnicas realizadas; también un cronograma valorado en el que se concluye que el periodo de ejecución de la obra elegida, será de aproximadamente 4 meses.

6. Los efectos del proyecto no generan un impacto ambiental profundo, sino que permiten realizar una mejora tanto desde el punto de vista social como ambiental.

6.2 Recomendaciones

1. Realizar un estudio profundo de la laguna de estabilización en Punta Carnero, analizando si su descarga al mar cumple actualmente con los límites máximos permisibles, examinando así si su capacidad está al tope o próxima a culminar sus años de vida útil, de caso contrario, las descargas de las aguas residuales del barrio Santa Catalina, pueden ser arrojadas ahí sin ningún inconveniente.
2. Es de suma importancia, la realización de terrazas y la reubicación de las casas ubicadas en las manzanas que no se contemplaron para el estudio.
3. Debido a que el terreno estudiado presenta ondulaciones y quebradas, es necesario que se realice un estudio geotécnico exhaustivo de este sector, para así evitar daños en la infraestructura del proyecto.

4. Debido a posibles erosiones en el suelo, es necesario el mantenimiento en las tuberías, para que las redes queden bien asentadas y no se presente algún inconveniente.
5. De igual manera, se recomienda el mantenimiento preventivo de las fosas sépticas ya que es de mucha ayuda para el funcionamiento, y así evitar la disminución del tiempo de retención. Además de que si llegase a existir acumulación de nata o lodos y lograran escaparse por el dispositivo de salida, se contaminaría la descarga.
6. Es de importancia que la planta de tratamiento seleccionada, se ubique en un lugar de cómoda acceso, a fin de facilitar la limpieza o mantenimiento periódico de las mismas, estando en mutuo acuerdo con la población del sector beneficiado.
7. Si los aspecto económicos lo permiten, se recomienda al GAD Municipal del Cantón La Libertad, el empleo de estas modernas plantas de tratamiento, no sólo en el barrio Santa Catalina, sino en los sectores que lo ameriten, de igual manera pueden ser reemplazadas las lagunas de estabilización que se encuentren obsoletas, por estas plantas mencionadas.

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Formato de Encuesta

Anexo 2 Planilla de Cálculo

Anexo 3 Planos Elaborados

Anexo 4 Especificaciones Técnicas

Anexo 5 Analisis de Precios Unitarios – APUs

Anexo 6 Presupuesto Referencial

Anexo 7 Cronograma Valorado

Anexo 8 Matrices Ambientales

Anexo 9 Muestras Fotograficas

ANEXO 1
FORMATO DE ENCUESTA

ANEXO 2
PLANILLA DE CÁLCULO

ANEXO 3
PLANOS ELABORADOS

ANEXO 4
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6
PRESUPUESTO REFERENCIAL

ANEXO 7
CRONOGRAMA VALORADO

ANEXO 8
MATRICES AMBIENTALES

ANEXO 9
MUESTRAS FOTOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguapen - EP. (15 de Noviembre de 2015). Extensión de Red La Libertad. *El Obsevador*, págs. 1-3.
2. Google Earth. (s.f.). *Google Maps*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2015, de <https://www.google.com.ec/maps/@-2.2398535,-80.8977893,1669m/data=!3m1!1e3>
3. IEOS, I. E. (18 de 08 de 1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. *CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS*. Quito, Ecuador.
4. INEC. (2011). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2015, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/santa_elena.pdf
5. INEN, I. E. (1997). *CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION.(C.E.C) . DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS: CODIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE,*

DISPOCACION DE EXCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS EN EL AREA RURAL. Quito: CPE INEN 5 parte 9.2:1997 Primera revision.

6. Interagua. (s.f.). MANUAL DE DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO. ECUADOR.
7. Metcalf & Eddy, I. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento Vertido y Reutilización* (Tercera ed.). España: McGraw-Hill.
8. Ministerio de Ambiente, M. (2013). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-de-agua-del-estero-y-playa-de-punta-carnero-dentro-de-los-limites-maximos-permisibles/>
9. NORMA IEOS: Secretaría del Agua. (18 de Agosto de 1992). Normas para el Estudio y Diseño de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales. Ecuador.
10. OMS. (2015). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
11. Romero Rojas, J. (2004). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y Principios de Diseño*. Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
12. Secretaría del Agua. (Enero de 2012). En Santa Elena se normaliza distribución de agua potable. *El Universo*.

13. TULSMA. (31 de Marzo de 2003). Texto Unificado de Legislación Ambiental. *Registro Oficial Suplemnto 2, Libro VI Anxo 1*. Quito.
14. Xavier, C. S. (21 de Agosto de 2013). Trabajo de Titulación. *Evaluación Técnica y Ambiental de las Lagunas de Oxidación de Cantón Salinas ubicada en las vía Punta Carnero*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.