



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE UN "SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES" EN LA ZONA CENTRAL PARA EL
CASCO URBANO DE SAN SEBASTIAN DE YALI DEPARTAMENTO DE
JINOTEGA.**

Para Optar al Título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. José Luís Acuña Mendoza.

Br. Rodolfo José Moncada López.

Tutor

Ing. Eddie M. González.

Managua, Enero 2016

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo monográfico primero a **DIOS**, Todopoderoso, dador de vida y fortaleza, inspirador de sueños e ideas, incansable maestro y fortalecedor de espíritu.

A nuestros padres, por el apoyo moral, espiritual y económico. También por todo su amor, confianza, paciencia y por haber estado a nuestro lado siempre que los necesitamos. Este gozo es de ellos, por el sacrificio que han realizado en esta difícil jornada para que sus hijos se superaran

A nuestros familiares que influenciaron en nosotros la necesidad de mejorar día a día y buscar siempre la solución técnica a los problemas tanto en la vida profesional como personal.

Y a todos nuestros amigos que han vivido con nosotros esta experiencia.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, quisiéramos agradecer a **DIOS**, por habernos dado la vida, la fortaleza, salud, paciencia y sabiduría para soportar esta dura y ardua labor.

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestro Tutor el **Ing. Eddie M González**, por los conocimientos transferidos y el tiempo dado para la finalización de este trabajo.

A nuestros padres por habernos regalado una carrera universitaria y acompañado a través de los años por este caminar y darnos su apoyo incondicional.

Contenido

Capítulo. I.....	1
1. Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Sistematización de la problemática.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Objetivos.....	7
1.5.1 Objetivo General.....	7
1.5.2 Objetivos Específicos.....	7
Capítulo. II.....	8
2 Marco Teórico.....	8
2.1 Información general.....	8
2.2 Características físicas y naturales del área.....	9
2.3 Servicios básicos.....	10
2.4 Generalidades de diseño.....	11
2.5 Determinación del caudal de diseño.....	19
2.6 Cárcamo de bombeo.....	23
2.7 Planta de tratamiento.....	24
2.8 Disposición de la Aguas residuales.....	37
2.9 Evaluación de impacto Ambiental.....	38
2.10 Materiales y tamaños de alcantarillas.....	39
2.11 Marco Normativo.....	40
Capítulo. III.....	40
3 Organización Metódica.....	40
3.1 Análisis del crecimiento poblacional.....	40
3.2 Descripción de la zona de estudio.....	41
3.3 Diseños de ingeniería.....	44
3.4 Selección de tecnología.....	50
3.5 Evaluación de Impactos Ambientales.....	54
3.6 Estimación de costos o presupuesto de obra.....	57
Capítulo. IV.....	58
4 Resultados.....	58
4.1 Proyección de Población.....	58

4.2	Análisis de socio-económico	59
4.3	Estudios básicos	68
4.4	Cárcamos de Bombeo	84
4.5	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	85
4.6	Tratamiento secundario	86
4.7	Evaluación ambiental	87
4.8	<i>Plan de manejo ambiental</i>	89
4.9	Presupuesto	96
Capítulo. V		97
5	Recomendaciones y especificaciones técnicas	97
Capítulo. VI		102
6	Conclusiones	102
Bibliografía		104
ANEXO A		0
ANEXO B		0
ANEXO C		0
ANEXO E		0
ANEXO F		0
ANEXO G		0

Tablas

Tabla 1. Composición típica del agua residual domestica.....	16
Tabla 2. Información típica para el diseño de rejillas de barras.....	25
Tabla 3. Capacidad relativa según la temperatura	32
Tabla 4. Tiempo digestión de lodos.....	33
Tabla 5. Composición de aguas residuales (ENACAL - 1996)	43
Tabla 6. Muestra para análisis de cólera en el agua 2014.....	44
Tabla 7. Muestra para el análisis bacteriológico	44
Tabla 8. Alternativas de tratamiento.....	54
Tabla 9. Tipificación de los Impactos	55
Tabla 10. Tasa de crecimiento.....	58
Tabla 11. Proyección Poblacional.....	58
Tabla 12 Promedio de pago de Agua Potable.....	66
Tabla 13. Posos de visita	71
Tabla 14. Red de distribución condominal	80
Tabla 15. Red de distribución de colector principal	82
Tabla 16. Distribución de Diámetros	84
Tabla 17. Resultados cárcamos de bombeo.....	84
Tabla 18 Análisis económico bombas.....	85
Tabla 19. Fase de Construcción de las Obras para el Sistema de Alcantarillado	88
Tabla 20. Fase de Operación del Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	88
Tabla 21. Perdidas localizadas	Anexo A
Tabla 22. Perdidas localizadas	Anexo A
Tabla 23. Datos de entrada IMHOFF.....	Anexo A
Tabla 24. Datos de entrada FAFA.....	19 A
Tabla 25. Dimensiones FAFA.....	Anexo A
Tabla 26. Lecho filtrante y accesorios.....	Anexo A
Tabla 27. Velocidad y remoción.....	Anexo A
Tabla 28. Datos generales de la red	Anexo A
Tabla 29. Diseño de Caudales y diámetro	Anexo A
Tabla 30. Cálculo Hidráulico.....	Anexo A
Tabla 31. Resultado de SEWERCAD (Análisis comparado de resultados).....	Anexo A
Tabla 32. Dotación de Agua.....	Anexo B
Tabla 33. Dotaciones especiales.....	Anexo B
Tabla 34. Coeficiente de rugosidad de Manning.....	Anexo B
Tabla 35. Propiedades hidráulicas de tubo parcial y totalmente lleno.....	Anexo B
Tabla 36. Perdidas localizadas (Singulares).....	Anexo B
Anexo B	
Tabla 40. Dimensiones y capacidad del canal PARSHALL, para distintos anchos de garganta.....	Anexo B
Tabla 41. Información típica para el diseño de tanques IMHOFF.....	Anexo B
Tabla 42. Propiedades físicas del agua.....	Anexo B

<i>Tabla 43. Causa-Efecto. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 44. Extensión. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	Anexo C
<i>Tabla 45. Duración, identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	Anexo C
<i>Tabla 46. Reversibilidad. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 47. Importancia Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 48. Magnitud. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	. Anexo C
<i>Tabla 49. Causa-Efecto. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación</i>	106 C
<i>Tabla 50. Matriz No 2 Extensión. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación</i>	..... 107 C
<i>Tabla 51. Matriz No 3 Duración. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 52. Matriz No 4 Reversibilidad. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 53. Matriz No 5 Importancia. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 54. Matriz No 6 Magnitud. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Operación</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 55. Clasificación de impactos. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 56. Clasificación de impactos. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación</i>	..... Anexo C
<i>Tabla 57. Tabla Presupuesto</i>	..... Anexo C

Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Macro y micro localización</i>	8
<i>Ilustración 2. Temperatura y precipitación</i>	9
<i>Ilustración 3. Canaleta Parshall</i>	28
<i>Ilustración 4. Corte frontal tanque IMHOFF</i>	30
<i>Ilustración 5. Corte frontal sedimentador</i>	31
<i>Ilustración 6. Censo Poblacional</i>	41
<i>Ilustración 5 Grafico Sexo del Jefe del Hogar</i>	60
<i>Ilustración 6 Grafico Edad poblacional</i>	60
<i>Ilustración 7 Grafico Nivel de Educación</i>	61
<i>Ilustración 8 Grafico Frecuencia de enfermedades</i>	61
<i>Ilustración 9 Grafico Enfermedades por generación</i>	62
<i>Ilustración 10 Grafico Tendencia de la Vivienda</i>	62
<i>Ilustración 11 Grafico Tendencia de las viviendas</i>	63
<i>Ilustración 12 Grafico Trabajo dentro y fuera de la Comunidad</i>	63
<i>Ilustración 13 Grafico Tipo de trabajos</i>	64
<i>Ilustración 14 Grafico Ingreso Mensual</i>	64
<i>Ilustración 15 Grafico Disposición de Excretas</i>	65
<i>Ilustración 16 Uso de Agua Residuales</i>	65
<i>Ilustración 17 Grafico Pago de Agua Potable</i>	66
<i>Ilustración 18 Grafico Calidad del Agua Potable</i>	66
<i>Ilustración 19 Grafico Anomalías en el Agua Potable</i>	67
<i>Ilustración 20 Disposición para la Construcción</i>	67
<i>Ilustración 21. Disposición de pago por el servicio</i>	68
<i>Ilustración 10. Características de los Recipientes</i>	94
<i>Ilustración 26. Contaminación del ecosistema local</i>	Anexo G
<i>Ilustración 27. Concentración de los vertidos de A.R.D en el cause</i>	Anexo G
<i>Ilustración 28. Levantamiento topográfico en el casco urbano</i>	Anexo G
<i>Ilustración 29. Punto de vertido de las casas aledañas al cauce del rio</i>	Anexo G
<i>Ilustración 30. Levantamiento topográfico</i>	Anexo G
<i>Ilustración 31. Sistemas de evacuación de A.R.D existente</i>	Anexo G
<i>Ilustración 32. Levantamiento topográfico de la cuenca del rio Danta</i>	Anexo G
<i>Ilustración 33. Cambio de Auxiliar en el levantamiento topográfico de la cuenca</i>	Anexo G
<i>Ilustración 34. Aplicación de encuestas</i>	Anexo G
<i>Ilustración 35. Aplicación de encuestas</i>	Anexo G
<i>Ilustración 36. Aplicación de encuestas</i>	Anexo G
<i>Ilustración 37. Aplicación de encuestas</i>	Anexo G
<i>Ilustración 38. Accidentes geográfico</i>	Anexo G
<i>Ilustración 39. Accidentes geográfico</i>	Anexo G
<i>Ilustración 40. Accidentes geográfico</i>	Anexo G
<i>Ilustración 41. Accidentes geográfico</i>	Anexo G

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo está dividido en seis capítulos, los cuales a su vez se dividen en temas específicos que a continuación se detallan.

El capítulo primero incluye una visión generalizada de la importancia del Alcantarillado Sanitario en el casco urbano del municipio de San Sebastián de Yalí. Se dan a conocer las razones más sobresalientes que impulsaron la necesidad de contar con un diseño de dicho sistema, entre las cuales están la contaminación de los ríos que parten el casco urbano del municipio y el aumento de las enfermedades hídricas

El capítulo segundo abarca los componentes modulares del trabajo: el Marco Teórico y Marco Normativo para realizar los diseños. En la primera parte se plantean los fundamentos teóricos en que nos basamos, como conceptos, parámetros, normas de calidad, descripciones de los diferentes sistemas incluidos, normas técnicas y procesos de diagnóstico ambiental.

En el tercer capítulo se presenta la metodología empleada en el desarrollo de este proyecto, mostrando diversos factores considerados en su elaboración.

El cuarto capítulo denota los resultados obtenidos del trabajo en general, presentado cuadros resúmenes y explicaciones de diversos aspectos de todo el documento.

En el capítulo cinco se realizan las Recomendaciones y especificaciones técnicas que se consideran pertinentes en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento.

El capítulo seis se presentan las Conclusiones más importantes obtenidas del trabajo en general. Finalmente se imprime toda la Bibliografía utilizada en el trabajo.

Capítulo. I

Capítulo. I

1. Introducción.

En la promoción del desarrollo humano y el crecimiento de la economía local, el manejo de los desechos es una necesidad de salud pública y ambiental. El diseño de facilidades para la recolección y transporte de desechos sólidos y de aguas residuales, hoy en día es una aplicación de suma importancia para el ingeniero civil.

La inexistencia de servicios de saneamiento integrales, provoca la contaminación de los ecosistemas dulceacuícolas, degradando los recursos al punto de dejarlos en una situación de alto riesgo para la extinción de la biota acuática o la reducción significativa de su riqueza de especies (de la flora y fauna), con el empobrecimiento de la población y deterioro de su calidad de vida. Esto se agrava con la falta de conocimiento y sensibilidad de la población sobre el deterioro ambiental que sus acciones causan. El daño socio ambiental más peligroso aparece con la contaminación de las fuentes de agua para uso humano y la producción de alimentos.

En el área rural y de pequeños centros urbanos del país, existen problemas de saneamiento, debido a la falta de sistemas adecuados para la evacuación de las aguas crudas; esto hace necesario conocer los parámetros y criterios que rigen la implementación de alcantarillados sanitarios. La correcta ejecución de un proyecto de alcantarillado sanitario para determinada zona requiere un diseño cuidadoso. Las redes de alcantarillado deben ser las apropiadas en tamaño y pendiente de tal forma que puedan contener el flujo máximo sin ser sobrecargadas y conserven velocidades que permitan la expulsión de sólidos.

El municipio de San Sebastián de Yalí, localizado en la zona norte del país, es un lugar productivo dedicado al cultivo del café y a la ganadería; pero la carencia de sistemas de saneamiento deteriora las oportunidades para una vida saludable y de emprendimiento.

La implementación de un sistema de evacuación y tratamiento sanitario mejorará las condiciones ambientales, sociales y cimentará la construcción de la competitividad local.

En este documento se presenta una propuesta de investigación y de aplicaciones de la ingeniería para la construcción de facilidades de manejo de las aguas residuales, tomado como fundamento para seleccionar la alternativa más adecuada y factible, criterios técnicos, económicos, financieros y de gestión de impacto ambiental. En esta propuesta se incluye el análisis de los problemas actuales en busca de elementos que pueden influir en el proceso de solución.

En su contenido se describe el proceso para la elaboración de un proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales; y la metódica para su realización desde los estudios de la población y su producción de vertidos hasta los estudios de ingeniería básica previos a su diseño, que permitan caracterizar la región desde el punto de vista físico y socioeconómico; conocer los sistemas existentes de abastecimiento de agua potable, saneamiento básico y considerar los planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial. Otros factores a considerar son el consumo, topografía del terreno y la composición del agua residual entre otros.

El producto final será la memoria de diseño de un sistema de alcantarillado separativo y una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con el fin de mejorar la calidad de vida de la población del municipio de San Sebastián de Yalí y proteger los ecosistemas conectados.

1.2 Antecedentes.

El municipio de San Sebastián de Yalí está ubicado en la región Norte Central del país, en el extremo suroeste del departamento de Jinotega al que pertenece administrativamente; a una distancia de 45 kilómetros de la cabecera departamental, Jinotega, y a 203 Kilómetros de Managua (capital del país).

San Sebastián de Yalí es un municipio próspero, en desarrollo, un territorio de gran producción agropecuaria y agrícola. Las principales actividades económicas dentro del municipio, se basan fundamentalmente en la producción de café este ocupa el número uno en ingresos al área, seguido por la agricultura que en estos últimos años ha decaído por las sequías y otras por las fuertes tormentas, luego se tiene el ganado tanto vacuno como porcino y por último el comercio personal como distribuidoras, mini súper, pulperías etc.

El proyecto de alcantarillado sanitario de la localidad de San Sebastián de Yalí, se origina de la necesidad que viven los pobladores hasta el periodo actual de no poseer este servicio.

En el municipio algunas personas poseen letrinas que se saturan en temporada de lluvia, otras personas tienen sus instalaciones de tuberías colocadas por esfuerzos propios que descargan en las quebradas más cercanas a la localidad, contribuyendo de esta manera a la contaminación del medio con aguas residuales crudas.

También existen conexiones que van directo a las calles, provocando potenciales efectos adversos a la salud, el deterioro de los viales y la estética urbana por la corriente de aguas jabonosas. Estos vertidos directos o indirectos a los cauces han desmejorado la calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos; que además sufren el impacto de la contaminación por las aguas mieles que se generan durante la cosecha de café.

Algunos aspectos favorables aparecen con las pendientes del terreno y su topografía que hacen que las corrientes de los ríos y quebradas sean de alta velocidad, y por tanto estén oxigenadas constantemente, característica que evita que el agua pierda su capacidad para sustentar la vida. Esta característica también provoca que los químicos y sedimentos corran mayores distancias y se dispersen por dilución, trasladando los problemas ambientales a zonas diferentes y contaminando otros recursos de agua dulce y afectando a otras poblaciones aguas abajo.

En el año 2003 se realizó un estudio hecho por la empresa aguadora de Jinotega (EMAJIN) a cargo de la empresa CARVAJAL Y VADO, su finalidad era realizar el diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de los residuales urbanos; pero en la actualidad estos diseños se encuentran desfasados debido al crecimiento poblacional. Por ello es pertinente realizar los estudios necesarios para un nuevo diseño de la red de alcantarillados (RAS) y de una Estación Depuradora de Residuales Urbanos de origen doméstico (EDRU) orientado a la conservación de los recursos naturales y de agua dulce.

El municipio de San Sebastián de Yalí, como anteriormente se mencionó en la actualidad no cuenta con un sistema de alcantarillado, ni con un sistema de tratamiento de aguas servidas, por lo que el vertido de las mismas se hace directamente en los cauces de los Ríos La Danta y El Quebracho contaminándoles de manera abrumadora.

1.3 Sistematización de la problemática.

El municipio de San Sebastián de Yalí, en la actualidad no cuenta con alcantarillado sanitario al igual que de un sistema de tratamiento de aguas servidas; por lo que el vertido se hace directamente en los cauces de los ríos Danta y Quebracho a su paso por el casco urbano o directamente al suelo con una fracción importante infiltrándose con riesgo de contaminación orgánica y bacteriológica del acuífero.

Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS):” reconoce que cuando se carece de infraestructura y servicios, las ciudades se transforman en uno de los medios más peligrosos que alteran el equilibrio de los ecosistemas y la calidad de vida de la población”.

Debido a la falta de alcantarillado sanitario, las aguas residuales contaminan los cauces de los ríos, provocando la acumulación de patógenos y enfermedades en la población.

La situación actual constituye un grave deterioro ambiental y una alteración en el equilibrio natural del ecosistema del municipio. La disposición final de las aguas servidas se hace directamente al ambiente, esta descarga de vertidos sin tratamiento previo, contamina las aguas, afectando la biodiversidad y el entorno donde la misma población habita.

Las unidades sanitarias domiciliarias existentes no permiten su correcta funcionalidad y finalidad, debido a que las conexiones hechas por los mismos habitantes provocan un impacto al ambiente y a la salud de los mismos.

Con esta problemática se refleja la importancia de que el municipio de San Sebastián de Yalí, cuente con un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

1.4 Justificación.

Los pobladores del municipio de San Sebastián de Yalí, actualmente carecen de un sistema de saneamiento urbano lo que lleva a que descarguen todos sus desechos en los cauces de ríos aledaños, provocando un severo impacto al ambiente, produciéndose así la proliferación de enfermedades diarreicas agudas (diarrea, cólera, etc.) malaria y deficiencia renal, entre otros. Con la ejecución del proyecto, se estará beneficiando con los siguientes aspectos:

Tomando en cuenta que los servicios de saneamiento son una necesidad básica, se estará **mejorando las condiciones de vida y salud, disminuyendo la incidencia de enfermedades**, reduciendo así el nivel de riesgo y vulnerabilidad de los habitantes del municipio, logrando que la población pueda desarrollarse en un área libre de alteraciones de los sistemas ambientales.

Se **reducirá directamente el impacto producido a los ecosistemas** acuáticos y a la vida silvestre en los ecosistemas terrestres y económicamente vendrá a incrementar la plusvalía de las propiedades del municipio.

El proyecto de recolección de aguas residuales garantizará el 100% de cobertura a los barrios seleccionados, cuyo dimensionamiento obedecerá a las perspectivas de crecimiento de la población. Con la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales se depurarán las aguas crudas para su disposición final o su reutilización con fines agrícolas.

Este diseño se le proporcionará a la alcaldía municipal para su ejecución analizando los costos y presupuestos, ya que su realización se considera de gran impacto e importancia.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

- ✓ Diseñar un sistema de **alcantarillado sanitario tipo separativo** y una **planta de tratamiento de aguas residuales** para la zona central en el casco urbano del municipio de San Sebastián de Yalí departamento de Jinotega.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Caracterizar la realidad higiénico-sanitaria y socioeconómica del casco urbano del municipio de San Sebastián de Yalí, con fines del establecimiento de criterios para la sostenibilidad del sistema de alcantarillado y depuración de residuos líquidos.
- ✓ Realizar los estudios de ingeniería básica y estudios misceláneos para el establecimiento de especificaciones técnicas de diseño de la red de saneamiento y la planta de tratamiento.
- ✓ Diseñar la red de alcantarillado sanitario tipo separativo para el casco urbano de Yalí.
- ✓ Diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales según la viabilidad y relación costo-efectividad.
- ✓ Evaluar los **impactos socio-ambientales** estableciendo los planes de gestión ambiental del sistema de manejo de aguas residuales.
- ✓ Establecer costos y presupuesto de la obra.

Capítulo. II

Capítulo. II

2 Marco Teórico.

2.1 Información general.

2.1.1 Ubicación del área de estudio.

El municipio de San Sebastián de Yalí está ubicado en la región Norte Central del país en el extremo suroeste del Departamento de Jinotega al que pertenece administrativamente; a una distancia de 45 kilómetros de la cabecera departamental, Jinotega, y a 203 Kilómetros de Managua (capital del país).

Geográficamente se localiza entre las coordenadas 13°14'30" y 13°14'33" de latitud norte, 86°00'07" y 86°00'11" de longitud oeste

2.1.2 Límites del municipio de San Sebastián de Yalí.

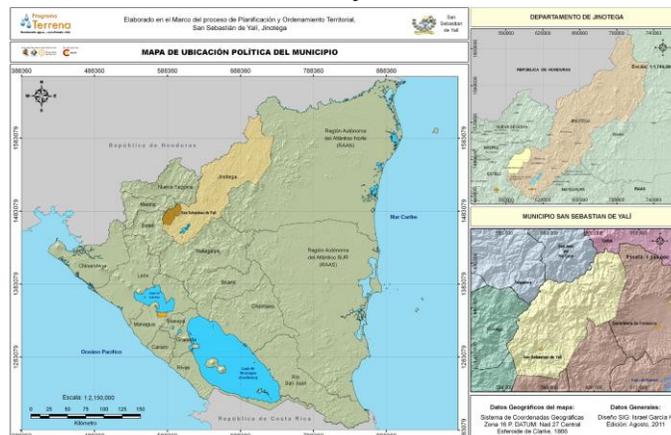
Al Norte: San Juan de Telpaneca y San Juan del Río Coco del departamento de Madriz y Quilalí, de Nueva Segovia.

Al Sur: Municipio de La Concordia y el municipio de Estelí.

Al Este: Santa María de Pantasma y San Rafael del Norte - Jinotega.

Al Oeste: Condega, departamento de Estelí.

Ilustración 1. Macro y micro localización



2.2 Características físicas y naturales del área.

2.2.1 Precipitación y vientos.

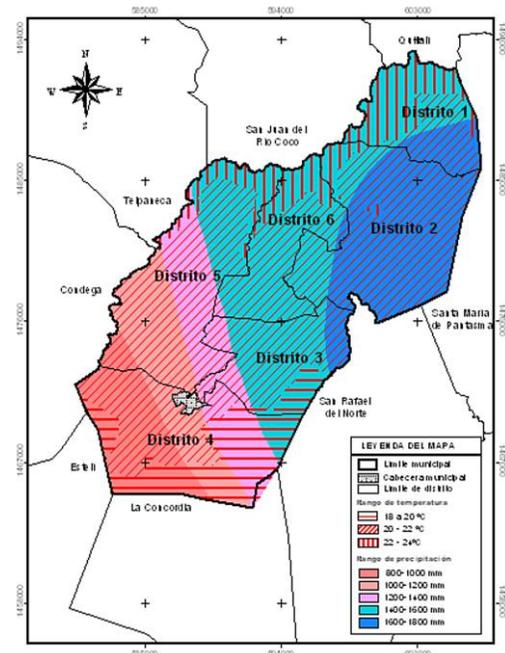
Las condiciones climáticas son variadas. Las precipitaciones varían desde los 800 mm/año al Oeste del distrito (comunidad La Vainilla) hasta los 1,600 mm/año hacia al Este (comunidad Veracruz) con mayor incidencia de la menor precipitación en aproximadamente el 50% del distrito.

2.2.2 Humedad y evaporación.

En más del 60% del territorio municipal, la humedad relativa promedio anual oscila entre 75 y 80%. La evapotranspiración potencial es la máxima cantidad de agua que puede evaporar el suelo y transpirar la cubierta vegetal sobre el mismo, cuando el suministro de agua es limitado. La evapotranspiración media anual en el municipio es relativamente baja, oscila entre los 1,400 mm y 1,600mm.

Estas características climáticas otorgan al municipio las condiciones óptimas para el establecimiento de granos básicos, café, hortalizas y el manejo del hato ganadero con rendimientos aceptables.

Ilustración 2. Temperatura y precipitación



2.2.3 Topografía.

El relieve del municipio en su mayoría (86.31%) es escarpado con pendientes mayores de 15%. Las mayores pendientes se encuentran en los 5 y 6, al Oeste del distrito 2 y al Este del distrito 4. Las menores pendientes se localizan a lo largo de la principal vía terrestre del territorio (camino que conecta a Yalí con la comunidad La Rica).

2.3 Servicios básicos.

2.3.1 Agua Potable.

El agua consumida por la población de La Rica y Yalí, es de muy buena calidad ya que en todos los parámetros analizados están por debajo de los valores recomendados por las Normas CAPRE, 1994, que rigen la región de Centroamérica. Por lo que la población puede seguir consumiendo el agua que se distribuye por la red, teniendo siempre el cuidado de darle el tratamiento a la misma, como es la cloración, para evitar afectación de la salud.

2.3.2 Salud.

El Ministerio de Salud presta servicios a la población a través de un Centro de Salud que atiende a todas las Comunidades circunvecinas y al Casco Urbano además de aquellas emergencias que vienen de comunidades lejanas.

En el área rural existen cuatro Puestos de Salud, uno en la Comunidad de La Pavona Abajo en malas condiciones que atiende: La Pavona Abajo, La Pavona Arriba, Santa Isabel, Los Walises, El Zapote, Quebrada Grande.

2.3.3 Educación.

La infraestructura educativa registrada por el Ministerio de Educación en el Municipio de San Sebastián de Yalí es de 64 centros educativos: 56 de primaria multigrado, 5 de primaria regular y 3 centros de secundaria (2 urbanos y 2 rurales). El 50% de los centros educativos de primaria del municipio se encuentran en los distritos 2 y 4. De

igual forma los distritos 3 y 5 abarcan el 33% de los centros educativos del Municipio y el 17% en los distritos 1 y 6.

2.3.4 Cultura y Deporte.

La cultura y tradiciones del municipio se han visto modificadas por factores sociales y de tecnología a la cual tiene acceso la población; sin embargo, la Iglesia Católica, el Ministerio de Educación y otras organizaciones realizan acciones con el fin de rescatar los valores religiosos y el folklore nicaragüense (baile, danza, bebidas, comidas, etc.), es por ello que se promueven Ferias y Concursos.

2.3.5 Telecomunicaciones.

En la telecomunicación es importante mencionar que, en el área rural, no existen redes de telecomunicación convencional, telefonía celular, ni radios de comunicación. La población hace uso de celulares móviles desde algunos lugares con elevaciones, en todos los distritos.

Solamente en la comunidad de La Rica se tiene servicio de telefonía convencional. Además de que existen dos radio-difusoras locales. La comunidad de Las Colinas cuenta actualmente con un proveedor de servicios de internet.

El casco urbano está mejor equipado con telefonía convencional y telefonía celular.

2.4 Generalidades de diseño.

En Nicaragua existen leyes, reglamentos y normas que establecen la calidad y rigen la seguridad que se debe cumplir para cualquier proyecto. De esto se hace referencia a: ley de medio ambiente y recursos naturales, ley general de las aguas nacionales, sistema de evaluación ambiental, etc.

De las leyes antes mencionadas se desprenden esencialmente unos criterios generales y de buena práctica de ingeniería, para cualquier intervención de diseño de facilidades urbanas en el manejo de residuales.

Estos son:¹

- ✓ Criterio de precaución².
- ✓ Criterio de protección de la salud humana³.
- ✓ Criterio de protección del ambiente y los ecosistemas.
- ✓ Criterio de armonía ambiental urbana.
- ✓ Un quinto criterio surge de la necesidad de dotarse de infraestructura eficaces, dentro de contexto económico: “Criterios de costo efectividad”.
- ✓ Teniendo en mente que la ley ambiental nicaragüense establece que la base económica de la gestión de la contaminación es que “...**el que contamina paga...**” se podrá siempre introducir este concepto como un criterio útil en la planificación de la gestión del sistema de manejo de residuales.

Alcantarillado.

El término alcantarillado hace referencia a la recolección, tratamiento de residuos líquidos. Las obras de alcantarillado y Plantas de tratamientos de aguas residuales incluyen todas las estructuras físicas requeridas para la recolección, tratamiento y disposición.

El diseño de un sistema de alcantarillado requiere del conocimiento de la hidráulica de conductos, se presenta a continuación un conjunto de conceptos y definiciones normalmente utilizadas en la elaboración de proyectos y operación de sistemas de alcantarillados sanitarios en los cuales se detallan los siguientes:

Aguas residuales domésticas.

Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.

¹ Fuente: (M. Gonzalez, Eddie, Ingeniería del agua - Manual Introductorio)

² Fuente: Ley 217, Arto. 4 inc. 3, Ley 620, Arto. 13 inc.i

³ Fuente: Ley 423, General de la salud

Aguas residuales industriales.

Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

Sistemas de Alcantarillados.

La clasificación más completa de los sistemas de alcantarillado corresponde a la existencia de diferentes sistemas de saneamiento, por ello interesa realizar una descripción de los mismos a fin de poder establecer criterios de selección que permitan elegir el sistema más adecuado para cada supuesto. El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. Los sistemas de alcantarillado, en forma sencilla, se clasifican en:

- ✓ Alcantarillado sanitario: Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- ✓ Alcantarillado pluvial: Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- ✓ Alcantarillado combinado: Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales y las aguas de lluvia.

El tipo de alcantarillado que se ha de usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Con respecto a los elementos de alcantarillado López Cualla Ricardo dice “la red del alcantarillado, además de los colectores y tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema”. Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pozos de inspección.
- ✓ Cámaras de caída.
- ✓ Aliviadero frontal o lateral.

- ✓ Sifones invertidos.
- ✓ Sumideros y rejillas.
- ✓ Conexiones domiciliarias.

Cuando la distancia de la planta urbana a la planta de tratamiento de residuales es muy larga o cuando sea necesario conducir agua sin más aportaciones se deben diseñar conducciones únicas llamadas emisarios.

2.4.1 Características del agua residual doméstica.

Las características del agua residual se pueden dividir en: físicas, químicas y biológicas.

Características físicas:

Las características físicas son de las más importantes del agua residual, y estas son el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta.

Características químicas:

El estudio de las características químicas de las aguas residuales se encuentra en los siguientes: materia orgánica, la medición del contenido Orgánico, materia inorgánica, y los gases presentes en el agua residual.

Características biológicas:

Para el tratamiento de aguas residuales se hace necesario el conocimiento de las características biológicas, además el conocimiento de principales grupos de microorganismos biológicos presentes en aguas superficiales como en residuales, organismos patógenos presentes en las aguas residuales organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia.

2.4.2 Tipos de Procesos en el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

Los procesos que se utilizan para tratar las aguas residuales pueden ser físicos, químicos y biológicos.

Procesos físicos: estos procesos se emplean para separar objetos grandes y clarificar las aguas de alcantarillados que están sin tratar y concentrar los sólidos sedimentados (llamados lodos crudos o primarios), clarificar suspensiones biológicas y concentrar los flocos sedimentados, espesar por gravedad los lodos primarios o secundarios.

Procesos biológicos: la mayor parte de los componentes orgánicos de las aguas residuales sirven como alimento (sustrato) que proporciona energía para el crecimiento microbiano. En estos procesos, estos microorganismos, principalmente bacterias (con la ayuda de protozoarios), transforman el sustrato orgánico en dióxido de carbono, agua y células nuevas. Los microorganismos pueden ser aerobios, anaerobios o facultativos.

Procesos químicos: muchos procesos químicos, que incluyen oxidación, reducción, precipitación y neutralización, son de uso común para el tratamiento de aguas residuales industriales. Para las aguas residuales municipales la precipitación y la desinfección son los únicos procesos que encuentran amplia aplicación.

Composición y concentración de las aguas residuales domesticas⁴

Tabla 1. Composición típica del agua residual domestica

Todos los valores en mg./l excepto solidos sedimentables

Constituyente	Concentración		
	Fuerte	Media	Débil
ST	1200	700	350
STD	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
SST	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Solidos Sedimentables	20	10	5
DBO_{5-20°C}	300	200	100
DQO	1000	500	250
Carbón Orgánico Total	300	200	100
Nitrógeno Total	85	40	20
Fósforo Total	20	10	6

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1981)

Las características de las aguas residuales domesticas varían según su origen, siendo dependiente de las siguientes características:

- ✓ Características de la población (hábitos, materiales consumidos, nivel y modo de vida, etc.)
- ✓ Clima (precipitación pluvial, temperatura, etc.)
- ✓ Sistema de recolección de aguas urbanas de desechos (separadas, mixtas)
- ✓ Condición de los sistemas de abastecimiento de agua, dotación y calidad del agua.
- ✓ Naturaleza de los residuos (industriales, volumen, pre-tratamiento, etc.)

En general las aguas domesticas se componen de 99.9% de agua y el 0.1% de sólidos.

⁴ Fuente: Metcalf y Eddy, tratamiento y Depuración de Aguas Residuales, Editorial Labor, S.A, 1981.

Los sólidos totales (ST) contenidos en las aguas residuales domesticas son el conjunto de sustancias que se encuentran en suspensión, dispersión coloidal y disueltos.

Los sólidos suspendidos totales (SST) son sustancias que se encuentran en suspensión, por su tamaño son observables a simple vista.

Los sólidos sedimentables y no sedimentables se componen de sólidos volátiles (25% a mas) sólidos fijos (75% o menos).

Solidos disueltos totales (SDT) o sólidos filtrables, se componen de sólidos coloidales y disueltos.

2.4.3 Población y producción de aguas residuales.

Es de suma importancia estar claro de la cantidad de aguas residuales serán depositadas a la red de saneamiento es por esto que la población será proyectada a un número de años convenientes con el diseño tomando en cuenta futuras conexiones a la red y el almacenamiento de las instalaciones de recolección.

Tasa de crecimiento geométrico.

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

- ✓ Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
- ✓ Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
- ✓ Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
- ✓ Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
- ✓ Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.

- ✓ No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

2.4.4 Estudios básicos⁵

Estudios hidrosanitarios.

Debe realizarse un reconocimiento sanitario del lugar, incluyendo las cuencas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados a recibir las descargas de aguas residuales. A los cursos de agua, se les deberá determinar, oxígeno disuelto, constante de re aireación y desoxigenación, para verificar si son capaces de soportar las demandas bioquímicas de oxígeno de las aguas usadas. Cantidad y resistencia de las aguas residuales municipales a ser transportadas.

Estudios topográficos.

Los levantamientos topográficos de conjunto se realizarán una vez se ha preseleccionado los sitios para estaciones de bombeo, planta de tratamiento y el lugar de descarga de las aguas residuales. El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (Control Geodésico de la Red Nacional) referidas al esferoide WGS 84.

Estudios hidrológicos.

Estos deberán comprender un estudio de los caudales máximos y mínimos de los cursos de agua mencionados anteriormente. Recopilación de aforos, si existen, o determinación de gasto mínimo en épocas de sequía. En caso de existir estaciones hidrológicas cercanas, obtener hojas pluviográficas, datos de evaporación, temperatura, humedad relativa del aire, velocidad y dirección de los vientos, etc.

⁵ Fuente: INAA, 1990000. Diseño de sistemas de alcantarillado Sanitario y Sistemas de tratamiento de aguas residuales. (Sin número NTON)

En los ríos es muy importante incluir perfiles transversales en los sitios de descarga del agua residual. En los lagos determinar la profundidad, corrientes y oleaje, etc. Si hay pozos, determinarles: diámetro, caudal, niveles estáticos y de bombeo, pendiente del acuífero alimentador; peligros de contaminación de esas aguas, efectuando un estudio geológico complementario de las formaciones adyacentes: tipo de formación, fallas, etc.

Estudios geológicos.

Según el mandato de la norma técnica nicaragüense establecida por INNA se deberán ubicar las fallas geológicas situación y clase de cantera, mina de arena y arcilla, deben analizarse muestras de las ultimas para determinar la calidad de los materiales. Caracterizar las capas geológicas superficiales mediante perforaciones con el fin de determinar costos de movimiento de tierra.

Estudio de obras existentes.

Se deberá determinar mediante sondeos la localización horizontal, profundidad y diámetro de tuberías existente de agua potable y drenaje de aguas pluviales, si las hubiere; así como las instalaciones telefónicas o cualquier otro servicio existente, con el propósito de evitar interferencias o daños, causados por la instalación del alcantarillado sanitario.

En el caso de que exista alcantarillado sanitario, investigar las condiciones físicas en que se encuentran las tuberías y su capacidad hidráulica para comprobar si pueden ser utilizadas, verificar el número de conexiones de aguas pluviales de las viviendas a las recolectoras y número de conexiones domiciliarias en mal estado.

2.5 Determinación del caudal de diseño.

Para el diseño de alcantarillados sanitarios, además de estas, se incluye una aportación potencial por infiltración desde el suelo.

Gasto de infiltración (Qinf):

Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día.

Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5000 L/ha/día.

Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

Gasto medio (Qm):

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

Gasto mínimo de aguas residuales (Qmin):

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se deberá aplicar la siguiente relación:

$$Q_{min} = 1/5Q_m \text{ ECU. 1}$$

Gasto máximo Instantáneo de aguas residuales (Qmax):

Es el gasto máximo de aguas residuales domésticas que se puede esperar en un momento dado.

$$Q_{max} = M * Q_m$$

Dónde: Q_{max} = Gasto máximo de aguas residuales domésticas.

M = Factor de Mayoración de Harmond

Q_m = Gasto medio de aguas residuales domésticas.

El factor de Mayoración de Harmond se determina mediante:

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Dónde: P = Población servida en miles de habitantes.

K = es el coeficiente de flujo máximo

El factor de Harmond deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00.

Gasto de diseño (Qd).

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular de la forma siguiente:

$$Qd=Q_{max}+ Q_{inf} + Q_{com}+Q_{ind}+Q_{int}$$

Dónde: Q_{com} = Gasto comercial

Q_{ind} = Gasto industrial

Q_{int} = Gasto institucional o público

Diámetro mínimo:

El diámetro mínimo de las tuberías deberá ser de 150 mm.

Pendiente longitudinal mínima:

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto limpieza, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre, según la siguiente ecuación:

$$f_a = \gamma * R_h * S$$

En la cual: f = Tensión de arrastre en Pa

γ = Peso específico del líquido en N/m³

R_h = Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de $f = 1$ Pa

Los pozos de visita Ubicación:

Se deberán ubicar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones

de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "*Registros terminales*" (clean out).

Distancia máxima entre pozos.

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

a) Con equipo técnicamente avanzado.

Diámetro (f) (mm)	Separación máxima (m)
150 a 400	150
450 y mayores	200

b) Con equipo tradicional

Diámetro (f) (mm)	Separación máxima (m)
150 a 400	100
450 y mayores	120

Características del pozo de visita.

- ✓ El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos.
- ✓ Para pozos con profundidades mayores de 3 m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared, para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.
- ✓ El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con f: 750 mm y menores; para alcantarillas con f mayores de 750 mm, D deberá ser igual a f + 600 mm.

- ✓ Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03 m de diámetros para proveer el escape de gases.
- ✓ Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, se usarán Dispositivos de Visita Cilíndricos (DVC) consistente en tubos de concreto pre colado con diámetro interno de 760 mm.

2.6 Cárcamo de bombeo⁶.

Cárcamos húmedos.

La cámara de succión o pozo de bombeo sirve para almacenar el agua residual antes de su bombeo. Su volumen depende del tipo de bombas que se emplean, ya sean de velocidad constante o variable. Si se eligen bombas de velocidad constante, el volumen debe ser tal que evite ciclos de funcionamiento demasiado cortos, pues ello provoca una frecuencia elevada de paros y arranques.

Básicamente la cámara de succión consiste de un pozo de registro de dimensiones superiores a las normales. El nivel mínimo del agua se debe situar a una cota tal que no permita la entrada de aire a la tubería de succión por la formación de vórtices. La parte superior de la voluta se debe ubicar por debajo del nivel mínimo del agua para eliminar la posibilidad de que el aire entre en la bomba.

⁶ Fuente: Comisión Nacional del Agua, México

2.7 Planta de tratamiento.

2.7.1 . Objetivos del Sistema de Tratamiento.

Los objetivos que hay que tomar en consideración en el tratamiento de aguas negras incluyen:

- 1.- La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico.
- 2.- La prevención de enfermedades.
- 3.- La prevención de molestias tales como los olores provenientes de aguas sucias sin tratar o aquellas de carácter estético.
- 4.- El mantenimiento de aguas limpias para propósitos recreativos.
- 5.- Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.
- 6.- Conservación del agua para usos industriales y agrícolas.
- 7.- La prevención del azolve de los canales navegables.

Los diversos procesos que se usan para el tratamiento de aguas negras, siguen estrechamente los lineamientos de los de auto-purificación de una corriente contaminada (zona de degradación, zona de descomposición, zona de recuperación, zona de agua limpia). En estos procesos se eliminan las cantidades suficientes de sólidos orgánicos e inorgánicos que permiten su disposición sin infringir los objetivos propuestos.

Los contaminantes en general se eliminan de las aguas residuales en orden de dificultad creciente. Primero se retienen trapos, palos y diversos objetos grandes en tamices burdos cuando es necesario proteger bombas pequeñas. Después se separa la arenilla, que es una materia que desgasta los equipos, ocupa espacio y se sedimenta de acuerdo con la ley de Stokes, en tanques o cámaras desarenadoras. Finalmente se elige un tipo de tratamiento de acuerdo al efluente que se desee obtener.

2.7.2 Pretratamiento y acondicionamiento previo.

El sistema de pretratamiento es una estructura auxiliar que debe preceder a cualquier sistema de tratamiento. Esta estructura persigue principalmente los objetivos de reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que traen consigo las aguas. Los procedimientos de separación de material muy grueso (rejillas: gruesas y finas) se realizan o están relacionados a las captaciones. Se considera como pre tratamientos y acondicionamientos previos en la planta, a unidades como desarenadores y sedimentadores. En estas unidades se considera que las partículas, aun siendo de diferentes tamaños, se comportan como partículas discretas y aisladas.

Rejillas.

El primer paso en el tratamiento del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. El procedimiento más habitual se basa en hacer pasar el agua residual bruta a través de rejas de barras. Las rejas de barras suelen tener aberturas libres entre barras de 15 mm o mayores. Las rejas de barras se pueden limpiar manual o mecánicamente. Las características de ambos tipos se comparan en la Tabla:

Tabla 2. Información típica para el diseño de rejillas de barras

Parámetro	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica
Sección recta de la barra		
Anchura (mm)	5-15	5-15
Profundidad (mm)	25-37.5	25-37.6
Separación entre barras (mm)	25-50	15-75
Angulo vertical	30-45	0-30
Velocidad de aproximación(m/s)	0.3-0.6	0.6-1.10
Perdida de carga admisible(m)	0.15	0.15

Fuente: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.

Características de los residuos.

Los materiales retenidos en las rejillas se conocen con el nombre de residuos o basuras. Cuanto menor es la abertura libre del tamiz, mayor será la cantidad de residuos eliminada. A pesar de que no existe ninguna definición que permita identificar los materiales separables mediante rejillas, y de que no existe ningún método reconocido para la medición de la cantidad de residuos eliminada, éstos presentan ciertas propiedades comunes.

Los residuos de tamaño grande que son retenidos en rejillas con separaciones de 15 mm o superiores, consisten en desechos tales como piedras, ramas, trozos de chatarra, papel, raíces de árboles, plásticos y trapos. También se puede separar materia orgánica.

El contenido de trapos puede ser importante, y se ha estimado visualmente que representa entre el 60 y 70 % del volumen total de residuos en rejillas de 25 a 100 mm de separación entre barras respectivamente. Los residuos de tamaño grueso tienen un contenido en materia volátil muy alto (del 80 al 90 % o más), con un contenido de materia seca del 15 al 25 % y una densidad entre 640 y 960 kg/m³.

Rejillas de limpieza mecánica.

Las rejillas de limpieza mecánica se han venido empleando en las plantas de tratamiento de aguas residuales desde hace más de 50 años. Las rejillas de limpieza mecánica se dividen en cuatro tipologías principales: las rejillas de funcionamiento mediante cadenas, rejillas de movimiento oscilatorio, catenarias y rejillas accionadas mediante cables.

Desarenador.

Tiene por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm.

Las arenas se remueven de las aguas residuales para:

- ✓ Proteger los equipos mecánicos de la abrasión y del excesivo desgaste
- ✓ Reducir la formación de depósitos de sólidos pesados en unidades y conductos aguas abajo.
- ✓ Reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por causa de acumulación excesiva de arenas.

a) Zona de entrada.

Tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.

b) Zona de desarenación.

Parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.

c) Zona de salida.

Conformada por un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada.

d) Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada.

Constituida por una tolva con pendiente mínima de 10% que permita el deslizamiento de la arena hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

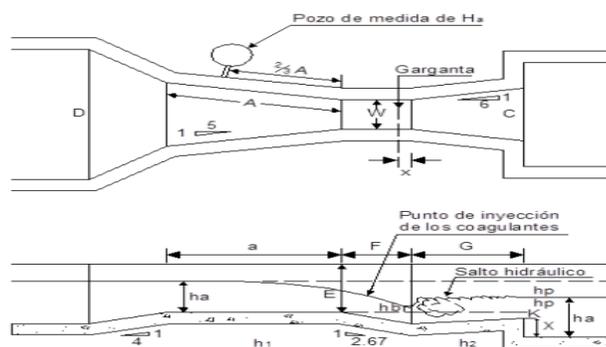
Canaleta Parshall.

La canaleta Parshall cumple un doble propósito en las plantas de tratamiento de agua, de servir de medidor de caudales y en la turbulencia que se genera a la salida de la misma, servir de punto de aplicación de coagulantes. Es uno de los aforadores críticos más conocidos, introducida en 1920 por R.L. Parshall. En la ilustración 3, se muestra esquemáticamente la canaleta, la cual consta de una contracción lateral que forma la garganta (W), y de una caída brusca en el fondo, en la longitud

correspondiente a la garganta, seguida por un ascenso gradual coincidente con la parte divergente.

La introducción de la caída en el piso de la canaleta produce flujo supercrítico a través de la garganta. La canaleta Parshall es auto limpiante, tiene una pérdida de energía baja y opera con mucha exactitud en caudales bastante variables, requiriendo sólo una lectura de lámina de agua (H_a), en flujo libre.

Ilustración 3. Canaleta Parshall



Fuente: Universidad Nacional Abierta a Distancia (UNAD)

2.7.3 Reactores.

Tanque IMHOFF⁷.

El tanque IMHOFF es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques IMHOFF ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara. Los tanques IMHOFF tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

⁷ Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques IMHOFF y lagunas de estabilización, CEPIS

El tanque IMHOFF típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- ✓ Cámara de sedimentación.
- ✓ Cámara de digestión de lodos.
- ✓ Área de ventilación y acumulación de natas.

Ventajas

- ✓ Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.
- ✓ No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.
- ✓ El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95% de humedad.
- ✓ El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.
- ✓ Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- ✓ Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.
- ✓ Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes.

Desventajas

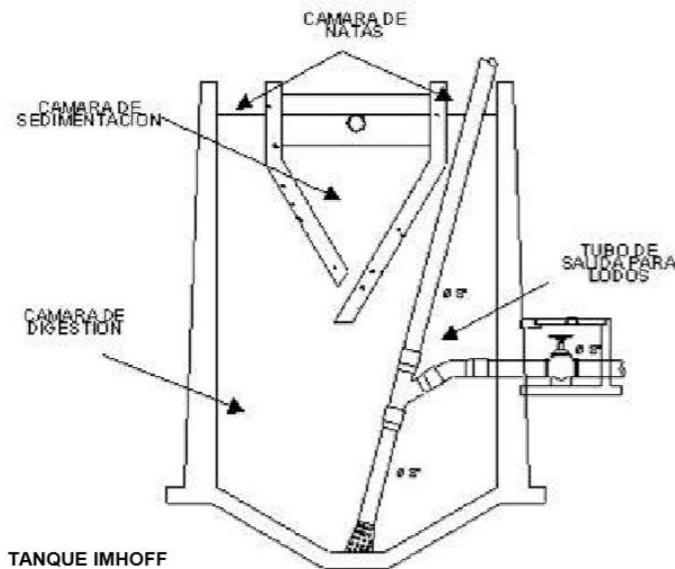
- ✓ Son estructuras profundas (>6m).
- ✓ Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.
- ✓ El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- ✓ En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto.

Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada, en caso no se cuente con grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, como es el caso de las lagunas de estabilización, además de que el tanque IMHOFF deberá estar instalado alejado de la población, debido a que produce malos olores. El tanque IMHOFF elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque IMHOFF se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados.

El tanque IMHOFF típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- ✓ Cámara de sedimentación.
- ✓ Cámara de digestión de lodos.
- ✓ Área de ventilación y cámara de natas.

Ilustración 4. Corte frontal tanque IMHOFF



Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

Diseño del sedimentador.

$$QP = \frac{\text{Poblacion} * \text{Dotacion}}{1000} * \% \text{contribucion}$$

Caudal de diseño, m3/hora

Dotación, en litro/hab/día.

Área del sedimentador (A_s , en m²).

$$A_s = \frac{QP}{C_s}$$

Donde:

C_s : Carga superficial

Volumen del sedimentador (V_s , en m³).

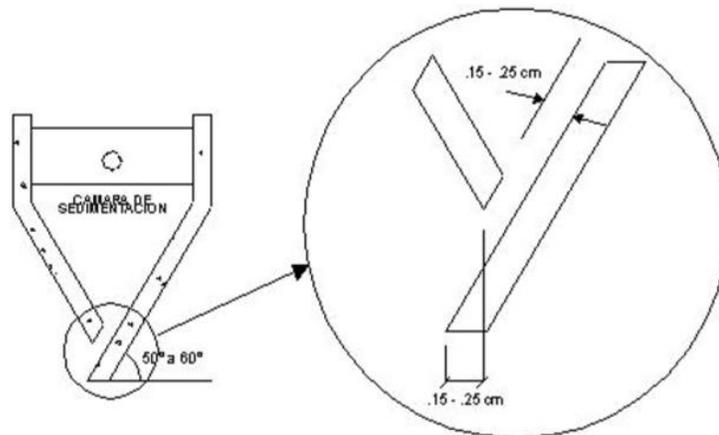
$$V_s = QP * R$$

R : Periodo de retención hidráulica.

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50° a 60°.

En la arista central se debe dejar una abertura para paso de los sólidos removidos hacia el digestor, esta abertura será de 0,15 a 0,20 m.

Ilustración 5. Corte frontal sedimentador



Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

Longitud mínima del vertedero de salida (L_v , en m).

$$L_v = \frac{Q_{\max}}{Ch_v}$$

Dónde:

Q_{\max} : Caudal máximo diario de diseño, en m³/día.

Ch_v : Carga hidráulica sobre el vertedero

Diseño del digestor:

Volumen de almacenamiento y digestión (V_d , en m³).

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 3. Capacidad relativa según la temperatura

Temperatura °C	Factor de capacidad relativa (fcr)
5	2
10	1.4
15	1
20	0.7
>25	0.5

Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

$$V_d = \frac{70 * P * fcr}{1000}$$

Dónde: fcr: factor de capacidad relativa,
P: Población.

Tiempo requerido para digestión de lodos:

El tiempo requerido para la digestión de lodos varía con la temperatura.

Tabla 4. Tiempo digestión de lodos

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: (OPS/CEPIS, 2005)

Lechos de secados de lodos:

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día).

$$C = Q * SS * 0.0864$$

Dónde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.

Q: Caudal promedio de aguas residuales.

Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en litros/día).

$$Vld = \frac{Msd}{plodo * (\% \text{ de solidos}/100)}$$

Dónde: plodo: Densidad de los lodos, igual a 1,04 Kg/l.

% de sólidos: % de sólidos contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12%.

Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel, en m3).

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

Dónde: Td: Tiempo de digestión, en días.

Área del lecho de secado (Als, en m²).

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Dónde: Ha: Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0,40m

Tratamiento secundario:

El tratamiento secundario es el tratamiento subsiguiente del efluente que proviene del tratamiento primario. Esta etapa de tratamiento tiene como objetivo remover la mayor parte de los contaminantes de las aguas residuales, los cuales son: materia orgánica, gérmenes patógenos y los nutrientes como nitrógeno y fósforo, a través de los procesos bioquímicos en los cuales los microorganismos son los responsables para la biodegradación. Para efectos del tratamiento de las aguas residuales generadas por la Urbanización se consideraron el Filtro Anaerobio y el Biofiltro.

Tratamiento anaerobio:

El proceso anaerobio, es la descomposición u oxidación de compuestos orgánicos en ausencia de oxígeno libre, para obtener la energía requerida para el crecimiento y mantenimiento de los organismos anaerobios. El proceso anaerobio es menos

eficiente en producción de energía que el aerobio, puesto que la mayoría de energía liberada en el catabolismo anaerobio proveniente de la sustancia descompuesta aún permanece en los productos finales reducidos como el metano, generándose una cantidad de biomasa mucho menor que la producida en el proceso aerobio.

Filtro anaerobio de flujo ascendente:

El filtro anaerobio de flujo ascendente es un proceso de crecimiento adherido, para el tratamiento de residuos solubles. De los sistemas de tratamiento, el filtro anaerobio es el más sencillo de mantener, porque la biomasa permanece como una película microbial adherida y porque como el flujo es ascensional, el riesgo de taponamiento es mínimo. El filtro anaerobio está constituido por un tanque o columna, relleno con un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio.

El filtro anaerobio usa como medio de soporte de crecimiento piedras, anillos de plástico o bioanillos plásticos, colocados al azar. La mayor parte de la biomasa se acumula en los vacíos intersticiales existentes en el medio. El medio permanece sumergido en el agua residual, permitiendo una concentración alta de biomasa y un efluente clarificado.

El arranque de un proceso de crecimiento adherido puede ser más lento, que el del proceso de crecimiento suspendido y puede demorar unos seis meses en aguas residuales de baja concentración y temperatura baja.

En el tratamiento de aguas residuales, la filtración es una operación utilizada para remover sólidos, material no sedimentable, turbiedad, fósforo, DBO, DQO y metales pesados.

Los filtros anaerobios de flujo ascendente se componen de tres zonas funcionales:

- ✓ Zona de entrada, que permite una distribución uniforme del residuo en el medio filtrante.
- ✓ Zona empacada, en la que se ubica el medio y se presenta el principal crecimiento bacterial.
- ✓ Zona de salida, debe garantizar una homogénea y uniforme distribución del agua residual.

Medio de soporte:

Manto de material inerte que sirve de soporte para el crecimiento de los microorganismos, creando una capa de biomasa adherida. La mayor parte de la biomasa se acumula en los vacíos, donde quedan los microorganismos, al pasar el agua residual por los vacíos se genera una mezcla y el contacto afluente – biomasa.

Filtro Anaeróbico:

Antes de un Filtro Anaeróbico se necesita un tratamiento mecánico, en este caso sedimentación, para ello se diseña una fosa séptica o un tanque Imhoff para evitar obstrucciones en el lecho filtrante. El criterio determinante es la superficie y volumen necesario del Filtro para cumplir con la norma.

Las fórmulas a emplearse son las siguientes:

$$\text{Volumen útil : } V = 1.6 N CT$$

Donde:

V= Volumen útil

N = número de contribuyentes.

C = contribución de desechos en lppd

T = período de detención en días.

$$\text{Sección horizontal } S = V/1.8$$

S = sección en m²

V = volumen en m³

2.8 Disposición de la Aguas residuales.

Hay tres métodos a seguir para llevar a cabo la disposición final de las aguas negras:

1. Disposición por irrigación.

Consiste en derramar las aguas negras sobre la superficie del terreno, lo cual se hace generalmente mediante zanjas de regadío. Excluyendo una pequeña parte que se evapora, el resto se resume en la tierra y suministra humedad, así como pequeñas cantidades de ingredientes fertilizantes para la vida vegetal. Sin embargo, ya que siempre existe la posibilidad de que las aguas negras contengan organismos patógenos, no es conveniente la producción de alimentos para consumo humano que hayan de ser ingeridos sin cocimiento.

2. Disposición sub-superficial.

Este método consiste en hacer llegar las aguas negras a la tierra por debajo de su superficie, a través de excavaciones o enlozados. Usualmente así sólo se eliminan las aguas negras sedimentadas provenientes de instituciones o residencias en las que su volumen es muy limitado.

3. Disposición por dilución.

Este método consiste en simplemente descargar las aguas negras en aguas superficiales como las de un río, un lago o un mar. Esto da lugar a la contaminación del agua receptora. El grado de contaminación depende de la dilución, o sea del volumen de las aguas negras y de su composición, en comparación con el volumen de agua con que se mezclan. Sin embargo, el factor determinante del grado de contaminación es el oxígeno disuelto que contenga el agua receptora.

Por eso es siempre recomendado analizar el agua del cuerpo receptor y establecer, con base en los resultados de tales análisis, parámetros que especifiquen claramente la calidad del efluente a verter en dichos receptores.

2.9 Evaluación de impacto Ambiental.

"La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado.

Objetivos de la EIA

- ✓ Identificar, predecir e interpretar los impactos del proyecto.
- ✓ Estimar las consecuencias ambientales del proyecto.
- ✓ Efectuar recomendaciones para mitigar los impactos del proyecto.
- ✓ Seleccionar y cuantificar parámetros ambientales que actúen como indicadores.
- ✓ Valorar la magnitud de los efectos que el proyecto puede provocar sobre el ambiente.
- ✓ Definir medidas precautorias, correctoras y compensatorias para los efectos del proyecto sobre el ambiente.
- ✓ Prever los impactos residuales luego de su aplicación.

Clasificación de los impactos:

Según la necesidad de aplicar medidas de mitigación:

Moderado:

- ✓ No requiere medidas correctivas intensas.
- ✓ El tiempo para el retorno al estado inicial es corto.

Severo:

- ✓ Exige medidas de protección y correctivas importantes.
- ✓ Demora en retornar al estado inicial.

Crítico:

- ✓ El efecto supera un umbral.
- ✓ Pérdida permanente de la calidad ambiental.
- ✓ Es irrecuperable.

Según su alcance temporal:

Transitorios:

- ✓ Desaparece cuando cesa la causa que lo origina.

Permanentes:

- ✓ Perduran en el tiempo, salvo que se adopten medidas correctivas.

Según su efecto:

Positivos:

- ✓ Mejora las condiciones del ecosistema o de sus componentes.

Negativos:

- ✓ Empeora las condiciones del ecosistema o de sus componentes.

2.10 Materiales y tamaños de alcantarillas.

Los materiales más empleados en las alcantarillas son el fibrocemento, fundación dúctil, hormigón armado y tuberías plásticas.

La adopción de un tamaño mínimo de conducto es necesario debido a que en ocasiones, se introducen en las alcantarillas objetos relativamente grandes y la obstrucción a la que daría lugar puede evitarse si los conductos tienen un diámetro no inferior a 150 mm (6"), la alcantarilla más pequeña debe ser mayor que las que las conexiones domiciliarias, de modo que los objetos que pasen a través de tales conductos lo puedan hacer fácilmente en las alcantarillas, se recomienda un tamaño mínimo de 150 mm (6") en las alcantarillas sanitarias. Los materiales con uso más

frecuente actualmente en el alcantarillado son las tuberías plásticas entre las que incluyen PVC, debido a sus buenas propiedades físicas y mecánicas que superan a los demás materiales utilizados tradicionalmente.

2.11 Marco Normativo.

Para este estudio se hará uso de las normas, leyes y reglamentos entre las cuales están:

- ✓ **Constitución Política**
- ✓ **Ley 217:** Ley de medio ambiente y recursos naturales.
- ✓ **Ley 620:** Ley general de las aguas nacionales.
- ✓ **Ley 423:** ley general de la salud.
- ✓ **Decreto 33-95:** que Establece las Normas de vertimiento, trámites ambientales y fijación de criterios de calidad del agua.
- ✓ **Decreto 76-2006:** Sistema de evaluación ambiental.
- ✓ **NTON. 05- 008-98:** Normas para sistemas de tratamiento de aguas servidas domésticas.

Capítulo. III

Capítulo. III

3 Organización Metódica.

El siguiente capítulo describirá la metódica aplicada para el desarrollo del proyecto, con el fin de emplear los estudios básicos de ingeniería e interpretar los resultados de las herramientas de recolecciones datos como tal es la encuesta.

La información recopilada para generar los criterios de diseño fue recopilada de diversas instituciones tales como la base de datos de la alcaldía de San Sebastián de Yalí y el MINSA.

Se realizó el levantamiento topográfico en conjunto con la alcaldía la cual proporciono la mitad de los puntos de la zona de estudio y planos de la ciudad completa a menor detalle.

Las encuestas realizadas fueron aplicadas a las familias del área de estudio dando como resultado la realidad socio-económica de la población afectada. (Ver Formato encuesta en Anexo.)

3.1 Análisis del crecimiento poblacional.

Para el diseño de un alcantarillado sanitario se debe tener muy en cuenta la importancia del análisis poblacional tratándose de un aspecto fundamental para la durabilidad y el éxito de la obra tanto económico como social y ambiental.

Definida el área de estudio, se estableció la población de diseño, para lo cual se hará uso de los datos obtenidos del censo de población y vivienda basadas en los datos estadísticos del INIDE (INEC), INIFOM correspondiente a 1971-1995-2005.

Estos datos serán proyectados a lo largo de la vida útil del proyecto (20 años), haciendo uso del método geométrico debido a que la población está en crecimiento horizontal con una tasa constante por lo que se evidencia en los pequeños asentamientos humanos paralelos a la carretera de los límites de la ciudad.

Ilustración 6. Censo Poblacional



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estadísticas

La población del casco urbano es de 7,042 hab al 2014, teniendo presente que esta población es la que se atribuye a los emisarios, sin embargo, la población del área de estudio del proyecto de alcantarillado es de 2,106 hab.

3.2 Descripción de la zona de estudio.

Fue necesario recolectar información de diversos aspectos en la localidad, que facilitaron el desarrollo de la investigación de manera sistemática, organizando las actividades a realizarse para un sistema de alcantarillado funcional y económico, entre ellas se destacan las siguientes:

3.2.1 Recopilación de información sobre la localidad

Los estudios básicos de climatología, hidrología, estudios de suelo, geología y obras existentes del casco urbano del sitio fueron proporcionados por la alcaldía de San Sebastián de Yalí de proyectos anteriores ya realizados desligados al de alcantarillado sanitario, pero siendo aun así útiles para el proyecto.

Para poder determinar la realidad higiénica sanitario y socioeconómica del área de estudio del casco urbano del municipio de San Sebastián de Yalí, se realizaron encuestas con el fin de analizar la calidad de vida de la población.

El propósito de esta evaluación de las características de la población, es conocer la necesidad que poseen estas y el nivel de contribución que se estará brindando con el

diseño del alcantarillado sanitario. En otras palabras, se determina lo que se considera con la rentabilidad socioeconómica de los pobladores del municipio.

3.2.2 Levantamiento topográfico.

Se completó el levantamiento con estación total donde se hicieron las mediciones de las manzanas y redes viales identificando claramente las áreas públicas (vías, parques, etc), áreas privadas (edificaciones y solares) tomando la mayor cantidad de detalles tanto de la configuración horizontal como vertical del terreno.

El levantamiento contemplo todo detalle que se consideró de importancia para el diseño de la red de alcantarillado, el área de ubicación de planta de tratamiento y levantamiento de las cuencas hidrográficas.

3.2.3 Estudio de la producción de aguas residuales domesticas (ARD).

Las aguas servidas que se descarguen a las tuberías del alcantarillado sanitario deberán cumplir como mínimo, los parámetros de calidad de efluentes vertidos a sistemas de tratamientos biológicos.

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar es fundamental para el proyecto de instalaciones de recolección. Por consiguiente, es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño.

Para el estudio de la producción del alcantarillado residual doméstico se efectuarán las siguientes actividades:⁸

- Realización del análisis poblacional.
 - Obtención de las tasas de crecimiento
 - Proyección de la población (método geométrico).
 - Obtención de las dotaciones futuras.
- Estimación de las pérdidas del sistema
- Obtención de los coeficientes de HARMOND.

⁸ Fuente: INAA, 1990. Diseño de sistemas de alcantarillado Sanitario y Sistemas de tratamiento de aguas residuales. (Sin número NTON)

- Obtención del caudal máximo diario
- Obtención del caudal máximo horario
- Obtención del caudal de diseño

3.2.4 La calidad del agua residual.

Desafortunadamente al no tener los recursos necesarios para efectuar la analítica del agua, se considerará tomar los propuestos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense donde se tomará como anteriormente se mencionó la localidad con características poblacionales similares.

La siguiente tabla resume valores promedios de las características de contaminación más importantes evaluadas en aguas residuales de algunas localidades del país.

Tabla 5. Composición de aguas residuales (ENACAL - 1996)

Parámetro	Magnitud
Sólidos totales	968 mg/L
Sólidos sedimentables	11 mg/L
DBO	480 mg/L
DQO	976 mg/L
Nitritos	0.20 mg/L
Nitratos	11.8 mg/L
Fosfatos	0 mg/L
Alcalinidad	580 mg/L
pH	6.96

Fuente: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

Según la base de datos del Misa en el municipio de San Sebastián de Yalí, se obtuvo la siguiente información:

Tabla 6. Muestra para análisis de cólera en el agua 2014

No	Fecha	Lugar	Resultado	Laboratorio
1	11/02/2014	Río Las Quiatas	Negativo para Vibrión de Cólera	TECNOLAB
2	04/03/2014	Río Las Quiatas	Negativo para Vibrión de Cólera	TECNOLAB

Fuente: Ministerio de salud, municipio de San Sebastián de Yalí

Tabla 7. Muestra para el análisis bacteriológico

No	Fecha	Lugar	Dirección	Resultado	Laboratorio
1	11/02/2014	Río	Quiatas-Rodeítos	Demasiadas Colonias Para Contar	OXFAM
2	04/03/2014	Río	Quiatas-Rodeítos	Demasiadas Colonias Para Contar	OXFAM

Fuente: Ministerio de salud, municipio de San Sebastián de Yalí

3.3 Diseños de ingeniería.

En el diseño de ingeniería se realiza: Los diseños hidráulicos de conducción para la red de recolección, realización del diseño del tratamiento de los desechos.

3.3.1 Análisis y cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario.

El procedimiento para la elaboración del alcantarillado sanitario debe cumplir una secuencia lógica que permita analizar y comprender el comportamiento del sistema aplicado al tipo de caso correspondiente.

Los aspectos generales a considerar, son proporcionados por la NTON. Junto con diversos parámetros estudiados en las diversas bibliografías; siempre y cuando estas no violenten lo establecidos por las normas de diseño de nuestro país.

La funcionalidad del sistema de alcantarillado sanitario en el municipio de San Sebastián de Yalí, es la recolección únicamente de las aguas residuales domiciliarias, comerciales e industriales recalcando que el diseño no es apto para conexiones pluviales.

3.3.2. Criterios De Diseño Red de alcantarillado.

El coeficiente de aporte es considerado del 80% según lo permitido en NTON. El cálculo hidráulico cumplirá con lo establecido en NTON, el criterio de arrastre mínimo será de 1 pascal.

Coeficiente de HARMOND.

$$K = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}} \right]$$

Pendiente:

Sistema Simplificado: Aquella que produzca una velocidad no menor de 0.3 m/s como mínimo.

Cálculo de caudales.

Gasto medio:

$$Q_{med} = \frac{(\text{dotación} * \text{población tramo} * \text{coeficiente de retorno})}{86400}$$

Gastos mínimos:

$$Q_{min} = \frac{1}{5} * Q_{med}$$

Gasto máximo:

$$Q_{max} = K * Q_{med}$$

Gasto institucional, comercial e industrial:

$$Q_{inst} = \text{dotación} * 7\% * \text{cantidad de inst.}$$

$$Q_{com} = \text{dotación} * 7\% * \text{cantidad de com}$$

$$Q_{ind} = \text{dotación} * 2\% * \text{cantidad de ind}$$

Caudal de conexiones errada:

$$Q_e = Q_{max} * 10\%$$

Caudal de infiltración:

$$Q_{inf} = 2 \text{ lts/h/100m por cada 25mm de tubería}$$

Caudal de Diseño:

$$Q_{diseño} = Q_{max} + q_{inf} + q_{com} + q_{ind} + q_e + q_{inst}$$

Cálculos hidráulicos**Diámetro de la tubería:**

$$\text{Diámetro} = 1.548 \left[\frac{n * Q_d}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

El diámetro mínimo para sistemas simplificados es de 6pulg.

Cota clave:

$$\text{Cota clave inicial} = \text{cota del terreno inicial} - \text{Cobertura inicial}$$

$$\text{Cota clave final} = \text{cota clave inicio} - (\text{longitud del tramo} * \text{pendiente})$$

$$\text{Covertura final} = \text{cota del terreno final} - \text{cota clave final}$$

Cotas batea:

$$\text{Cota batea inicial} = \text{Cota clave inicial} - \text{Diámetro}$$

$$\text{Cota batea final} = \text{Cota clave final} - \text{Diámetro}$$

Caudal a tubo lleno:

$$Q_{tll} = \frac{0.312}{n} * D^{8/3} * S^{1/2}$$

Velocidad a tubo lleno:

$$V_{tll} = \frac{0.397}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

Velocidad del flujo:

$$V = (V/v_{tll}) * v_{tll}$$

Relaciones de elementos hidráulicos:

Se utilizaron las establecidas en tablas Thorman & Frank

Angulo de flujo:

Para tuberías con sección parcialmente llena. El grado central θ en grado sexagesimal:

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

Radio Hidráulico:

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

Velocidad Crítica:

$$V_{\text{crit}} = 6(g * rh)^{1/2}$$

Tirante:

Los tirantes se miden sobre el eje vertical de la tubería, relacionándose con el diámetro de la tubería así:

$$0.2D < Y/D < 0.75D \text{ Como lo establece la norma técnica.}$$

$$\text{Tirante} = y/d * d$$

Carga piezometrica:

$$C_p = V^2/2g$$

Energía o pérdida por carga adicional:

$$y + C_p$$

Tensión de Arrastre:

La tensión de arrastre es fundamental en el diseño por ser el criterio del cual depende la eficiencia y durabilidad del sistema de alcantarillado sanitario, este debe cumplirse tal como la NTON lo dispone.

$$f = W * R * S$$

La tensión de arrastre mínima ya establecida es de 1Pa.

Perímetro mojado:

$$P_m = \frac{D}{2} (2 - \pi - \theta)$$

Numero de Froude:

$$N_f = \frac{V}{(Y * g)^{1/2}}$$

Nf: 1 flujo critico

Nf: 1 flujo supercrítico

Nf: 1 flujo subcrítico

Para esto se realizaron las tablas tradicionales de Cálculo de caudales de diseño por tramo de ramal, cálculos hidráulicos y las verificaciones de elevaciones y profundidad. El paquete de software SEWERCAD fue utilizado como medio verificador de los resultados técnicos obtenidos en la hoja de cálculo EXCEL.

3.3.3 Criterios de diseño para el sistema de Bombeo.

Cuando por condiciones topográficas un sector determinado de la red de aguas servidas no puede ser drenado por gravedad hacia el sistema de tratamiento, es necesario utilizar un cárcamo de Bombeo.

En el presente trabajo se contemplaron las posibles alternativas para que el sistema funcionara todo por gravedad, pero se presentaron situaciones que desde el punto de vista técnico y económico eran insalvables, por lo que se decidió la utilización de cárcamos de bombeo en los lugares necesarios. En el diseño de los cárcamos se contempla:

- ✓ Accesorios y dispositivos.
- ✓ Los equipos requeridos (Bomba y motor)
- ✓ Diseño del pozo colector y accesorios complementarios
- ✓ Edificación y su apariencia externa.

Capacidad de bombeo:

$$\text{Capacidad} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{numero de bombas}}$$

Volumen útil del pozo húmedo:

$$V_u = \frac{\theta q}{4}$$

Volumen efectivo:

$$V_f = \theta * Q_{\text{medio}}$$

Alturas del nivel de agua:

$$\text{Altura nivel minimo – maximo} = V_u / \text{Area util}$$

$$\text{Altura nivel Fondo – medio} = V_f / \text{Area util}$$

$$\text{Altura nivel Fondo – minimo} = \text{nivel minimomaximo} - (\text{nivel Fondomedio}/2)$$

Perdida en la descarga por fricción:

$$h_f = \left(\frac{10.7Q^{1.85}L}{C^{1.85}D^{4.87}} \right)$$

Altura de velocidad:

$$\text{Altura velocidad} = \frac{V^2}{2g}$$

Perdidas localizadas:

$$h_m = k \frac{V^2}{2g}$$

Altura manométrica total:

$$H_D = h_d + h_f + h_m$$

$$H_T = H_D + \frac{V^2}{2g}$$

Velocidad específica:

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Potencia del motor:

$$P_a = c \frac{W * Q * H}{75n}$$

En cuanto al estudio económico.

$$CAT = Crf * Vpe; \quad Crf = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CAE = \frac{C * tb * Hf * \frac{kw}{h} * 365 \text{días}}{3960 * em * eb}$$

En donde:

CAT = costo anual de tubería.

Crf = coeficiente de recuperación (tasa de retorno).

Vpe = valor presente; i = interés anual (%).

CAE = costo anual de Energía.

C = caudal de bombeo (gpm).

tb = tiempo de bombeo (horas).

eb = eficiencia del equipo de bombeo (%).

em = eficiencia del motor (%).

CAEq = costo anual Equivalente.

Hf = pérdidas (m).

Costo anual Equivalente = CAEq = CAE + CAT; el mínimo valor indica el diámetro comercial más económico para tales longitudes.

3.4 Selección de tecnología.

La elección del tipo de Tratamiento, se hizo basada en las características que permitan cumplir con los parámetros de calidad de vertido de los caudales finales de evacuación y las condiciones geográficas del terreno.

3.4.1 Área seleccionada para el sistema de tratamiento y vertido del efluente.

Una vez definido el sistema de tratamiento de las aguas residuales (Tanque Imhoff de Doble Cámara en paralelo y Filtro Anaeróbico), de Yalí, se procedió a la consecución de un predio con las condiciones adecuadas para la ubicación de las obras.

Las condiciones óptimas de un predio seleccionado para ubicar las obras de una planta de tratamiento deberán cumplir por lo menos con los siguientes criterios:

- a) Tendrá un área suficiente para albergar todas las obras dentro el perímetro del terreno.
- b) Deberá estar ubicado a sotavento, es decir que el viento pase primero por la población y después por el sitio.
- c) Que la elevación promedio presente un nivel más bajo de la elevación promedio de la localidad, a fin de facilitar la conducción de las aguas residuales por gravedad hasta el sitio seleccionado.
- d) Que la misma elevación del sitio esté por encima de un cuerpo receptor (quebrada, cauce, río, lago, mar, etc.), que permita evacuar las aguas tratadas por gravedad.

Se logró identificar un predio aguas abajo y en el extremo suroeste del casco urbano de Yalí (ver esquema de localización), ubicado entre las dos quebradas (La Quebradona y La Danta), con área aproximada de 4500m², área suficiente para albergar las obras propuestas a diseñar.

El predio seleccionado para la ubicación de las obras de tratamiento de aguas residuales de San Sebastián de Yalí, presenta las características que su elevación topográfica promedio está aguas abajo de la elevación promedio de la localidad y aguas arriba de la elevación promedio del cuerpo receptor (Punto aguas abajo de la confluencia de las quebradas La Quebradona y La Danta), permitiendo un proceso por gravedad.

3.4.2 Razonamiento de las alternativas propuestas y seleccionadas para el tratamiento de aguas residuales.

3.4.2.1 Principales parámetros de selección.

A continuación, se presenta un razonamiento cualitativo y cuantitativo de las alternativas propuestas de sistemas de tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Yalí. Tomando en consideración que todas las obras de tratamiento se construirán en un solo predio, se presentan las alternativas:

Alternativa 1.

La alternativa No. 1 (Combinación de 1 laguna anaeróbica en serie con 1 lagunas tipo facultativa).

Presenta el inconveniente del fenómeno que por ser cuerpos de aguas abiertos expuestos al fenómeno de la fotosíntesis, la producción de algas es indispensable y esta descargaría al cuerpo receptor provocando el deterioro de las condiciones ambientales de éste.

Alternativa 2.

Tanque IMHOFF de doble cámara seguida de Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA) en paralelo.

Esta alternativa, aun cuando muestra costos de inversión altos con respecto a su área, luce ser la de más confianza en la calidad del efluente del agua tratada y en consecuencia a no desmejorar las condiciones naturales actuales del cuerpo receptor.

Entre las ventajas de este sistema propuesto son:

Este sistema propuesto, no presentará aguas a cielo abierto, asegurándose la inexistencia de algas, y como consecuencia de esta condición se asegura no alterar las condiciones de calidad del cuerpo recetor.

Este sistema no producirá insectos como zancudos, mosquitos, moscas etc. Evitando de esta manera la propagación de enfermedades a la población cercana al sitio.

En cuanto a la operación y mantenimiento, serán actividades simples que no demandan personal calificado. Presentando costos bajos en relación a las otras alternativas.

Otras de las ventajas de este sistema es la armonía en cuanto a flora y fauna con el entorno de las obras a construir.

Solamente se adquirirá un predio para la implementación de las obras facilitando de esta manera su operación y mantenimiento.

Se reducen totalmente las servidumbres de paso, evitando de esta manera la adquisición, consecución y compra de terreno, situación que a veces se torna compleja y difícil para las Alcaldías.

Alternativa 3

La alternativa No. 3 (Combinación de 2 lagunas de estabilización anaeróbicas más Biofiltros 2 en serie) Esta alternativa presenta el inconveniente que la producción masiva de algas por las lagunas anaeróbicas podrían colmatar los biofiltros, lo cual sería un sistema de tratamiento infuncional y sin control en su operación y mantenimiento. De presentarse esta condición será necesario diseñar y construir unas unidades de coagulación – sedimentación previa.

Tabla 8. Alternativas de tratamiento

RITERIOS APLICADOS PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA	Alternativa No.1 Lag. De Estabiliza. Anaeróbicas más Facultativas	Alternativa No.2 TANQUE IMHOFF (2) +FAFA (2)	Alternativa No.3 Lag. De Estabilización. Anaeróbica más Biofiltros (2)
Área de Terrenos Requerida Por el Sistema de Trat. (m ²)	4852.29	235.84	3184.37
Eficiencia del Sistema (Calidad del efluente)	Cumple	Cumple	Cumple
Presupuesto Requerido por el Sistema. (C\$)	9,802,673.14	2,916,060.29	8,750,059.95
Construcción por Etapas del Sistema.	No Permite	Permite	NO Permite
Disponibilidad de Equipos y Materiales Locales.	En Existencia	En Existencia	En Existencia
Operación y Mto.	Se tiene suficiente experiencia en Nicaragua	Se tiene suficiente experiencia en Nicaragua	Se tiene suficiente experiencia en Nicaragua

Fuente: Elaboración Propia

La Alternativa seleccionada es la No. 2.

Esta selección fue tomando en cuenta el área limitada del sitio en que se construiría tal sistema de tratamiento. Además, los vientos, que son un factor importante para la salud pública, soplan de noreste a suroeste, dirección en la que la población no sentirá olores desagradables.

3.5 Evaluación de Impactos Ambientales

La gestión del manejo de las aguas servidas del municipio de San Sebastián de Yalí debido a la falta de alcantarillado sanitario está provocando el deterioro y contaminación de forma masiva de los afluentes de aguas cercanos del municipio, dando así la proliferación de enfermedades y de múltiples colonias de bacterias que afectan a la población.

Debido a la importante afectación generada por la misma población, es de suma importancia determinar el impacto ambiental, acarreado por años de contaminación continua e indiscriminada a los afluentes de aguas naturales cercanos al casco urbano del municipio.

Para esto se adoptó un sistema conocido como Matriz de Impacto Ambiental de Leopold, para el análisis de los factores ambientales más relevantes. Dicha matriz resolverá de manera clara y concisa algunas de las preguntas básicas en relación al tema ambiental.

En lo referente a la ***Evaluación de Impactos Ambientales***: El estudio específica y evalúa claramente aquellos impactos positivos y negativos que se consideran de mayor relevancia, se destacan aspectos físicos, biológicos, sociales y económicos afectados por la realización de este proyecto.

Tabla 9. Tipificación de los Impactos

Tipificación de los impactos. Valoración cuantitativa y cualitativa		
REPRESENTACION	DENOMINACION Y SIGNIFICADO	CLASIFICACION
CI	Carácter del impacto (Efecto beneficioso, perjudicial o difícil de cualificar)	(1) Positivo (Beneficioso). (-1) Negativo (Dañino)
	Se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados	
E	Extensión: Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto	1 Puntual (la acción impactante causa un efecto muy localizado).
		2.5 Particular (el efecto supone una incidencia apreciable en el medio)
		5 Local (el efecto se detecta en una gran parte del medio considerado medio considerado).
		7.5 Generalizada (el efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno)
		10 Regional (el impacto se produce de manera crítica)
D	Duración: Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras o indirectas.	1 Esporádica (produce efectos momentáneos)
		2.5 temporal (el efecto tiene una duración no mayor a 1 año)
		5 Periódica (el efecto puede variar con respecto a temporadas del tiempo)
		7.5 Recurrente (el efecto es persistente y no puede detenerse)
		10 permanente

R	Reversibilidad: Representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto ambiental.	1 completamente reversible
		2.5 medianamente reversible
		5 parcialmente irreversible
		7.5 medianamente irreversible
		10 irreversible
W	Peso de los criterios: Este criterio contempla el reforzamiento de los efectos, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado. El peso del criterio debe ser :1	Peso del criterio de extensión= $W_e = 0.25$
		Peso del criterio de Duración = $W_d = 0.40$
		Peso del criterio de Reversibilidad = $W_r = 0.35$
I	Importancia del impacto (Valoración cuantitativa del impacto) Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los diferentes criterios	$Imp = W_e \times E + W_d \times D + W_r \times R$
M	Magnitud: La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa	1 completamente reversible
		2.5 medianamente reversible
		5 parcialmente irreversible
		7.5 medianamente irreversible
		10 irreversible
	Clasificación del impacto=Valor del Impacto = $\pm (Imp \times Mag)^{0.5}$	Altamente significativo ≤ -6
		Impactos significativos $(-4.5 < CL > -6)$
		Despreciables (> -4.5)
		Benéficos (+)

3.6 Estimación de costos o presupuesto de obra.

Se hizo una valoración aproximada del costo del proyecto incluyendo la red sanitaria y el tratamiento de aguas residuales. En este Presupuesto se puede observar los siguientes aspectos:

1. La cantidad de tubería y sus diámetros, ya sea de Acero o de PVC.
2. Los costos individuales de instalación; estos costos están en dependencia de la profundidad a la que van las tuberías y del diámetro de las mismas.
3. La cantidad total y precio de todos los dispositivos de registro que se utilizarán como son los pozos de visita.
4. El costo de los sistemas de tratamiento, tanto pre tratamiento como tratamiento primario y secundario.

Capítulo. IV

Capítulo. IV

4 Resultados.

4.1 Proyección de Población.

La población base utilizada fue la que se obtuvo del Censo Poblacional realizado en el casco urbano del municipio.

Tabla 10. Tasa de crecimiento

Numero	Año de censo	Población Urbana	Tasa de crecimiento
1	1971	1,491 Hab.	2.71%
2	1995	2,832 Hab.	4.68%
3	2005	4,476 Hab.	5.16%
4	2014	7,042 Hab.	
Σ		15,841 Hab.	4.00%

Fuente: Elaboración Propia

Población base = 7042 habitantes

Total de casas = 1185 casas.

Índice Poblacional directo = 5.9 hab/casa.

Pero de acuerdo a las Normas del ENACAL, el mínimo a tomar es de **6 hab / casa**.

Tabla 11. Proyección Poblacional

Numero	Año de censo	Población	Año proyectado
1	1971	1,491 Hab.	
2	1995	2,832 Hab.	
3	2005	4,476 Hab.	
4	2014	7,042 Hab.	
5	2015		7,324 Hab.
6	2016		7,617 Hab.
7	2017		7,921 Hab.
8	2018		8,238 Hab.
9	2019		8,568 Hab.

10	2020		8,910 Hab.
11	2021		9,267 Hab.
12	2022		9,637 Hab.
13	2023		10,023 Hab.
14	2024		10,424 Hab.
15	2025		10,841 Hab.
16	2026		11,274 Hab.
17	2027		11,725 Hab.
18	2028		12,194 Hab.
19	2029		12,682 Hab.
20	2030		13,190 Hab.
21	2031		13,717 Hab.
22	2032		14,266 Hab.
23	2033		14,836 Hab.
24	2034		15,430 Hab.
25	2035		16,047 Hab.

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Análisis de socio-económico.

Los datos obtenidos a partir de las encuestas, proveyó al proceso de cálculo cierto equilibrio estadístico basado en factores tales como tamaño, densidad y cantidad de muestras. El método utilizado es el de la muestra simple.

$$N = \frac{n * P * q}{(n - 1) * D + P * q} = \frac{179 * 0.5 * 0.5}{(179 - 1) * 0.000225 + 0.5 * 0.5} = 154 \text{ encuestas}$$

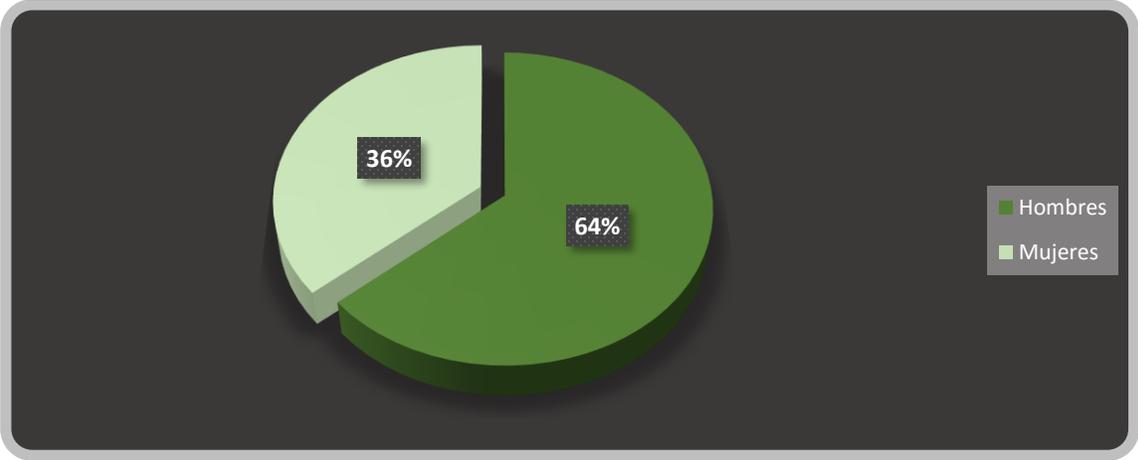
Se hizo un conteo de las manzanas de cada barrio del casco urbano y se censó el 43.87% del total de familias de la población de estudio. Se encuestaron a 146 familias 81.2 % de la muestra.

A través de la información recopilada mediante la realización de encuestas, se afirma el interés de la población por el mejoramiento de su calidad de vida, salva guardando su salud mediante la construcción de obras de saneamiento que permitan la evacuación de desecho (aguas residuales).

En los siguientes gráficos se muestran el censo y los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al área en estudio del casco urbano del municipio, lo que refleja la problemática y situación socio-económica de la población actual beneficiada con el

proyecto siendo este un problema municipal en general para el casco urbano del municipio de san Sebastián de Yalí.

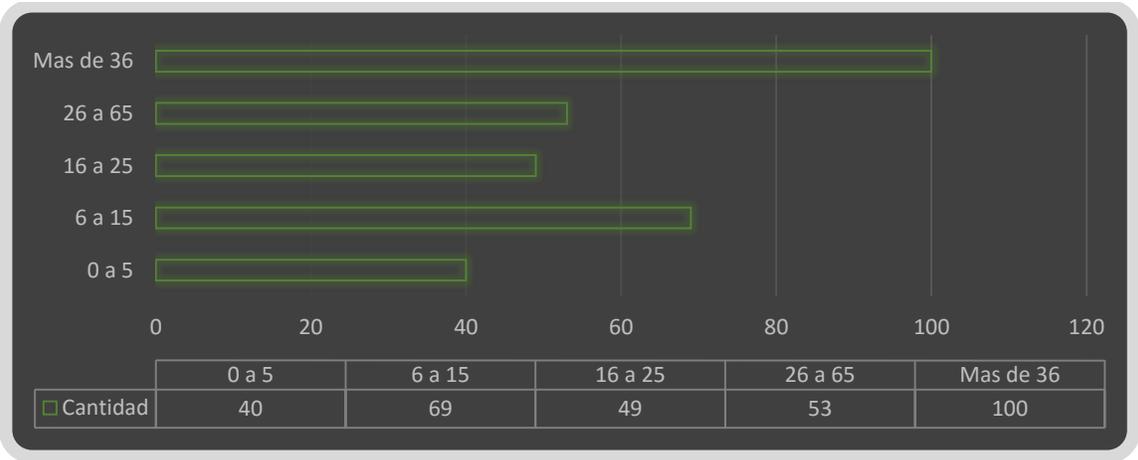
Ilustración 7 Grafico Sexo del Jefe del Hogar



Fuente: Elaboración propia.

Las familias encuestadas en el área de estudio cuentan con una jerarquía notable de jefes del hogar masculinos, aunque hay un notable dominio por el sexo femenino que no pasa desapercibido.

Ilustración 8 Grafico Edad poblacional

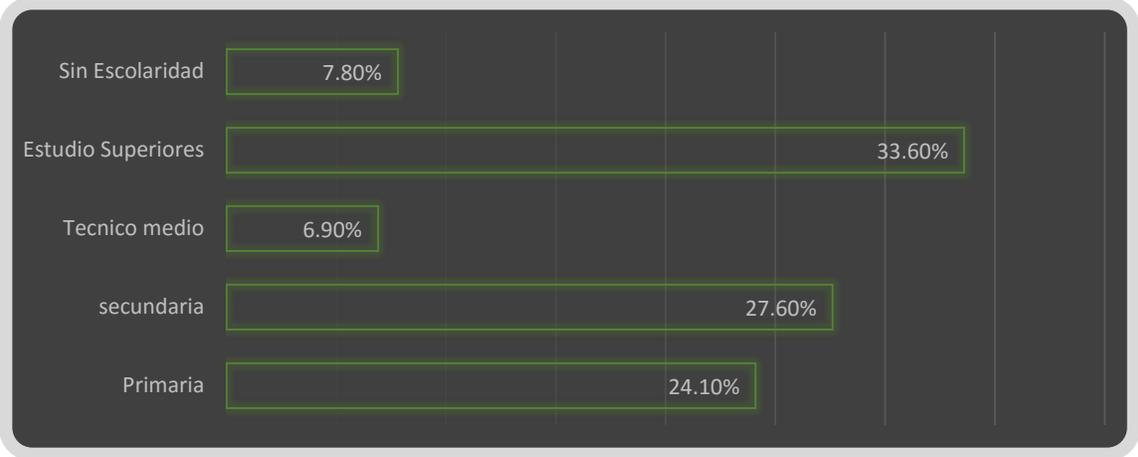


Fuente: Elaboración propia.

De las 146 encuestas aplicadas las edades predominantes en las familias esta entre más de 36 y la de 6 a 15 con un 32.15% y un 22.19% respectivamente. La cantidad

de personas mayores de 36 años es de 70% por lo tanto; es considerable que las familias tengan más probabilidades de ingresos mensuales constantes, aunque esto quedara demostrado con el análisis de los ingresos familiares.

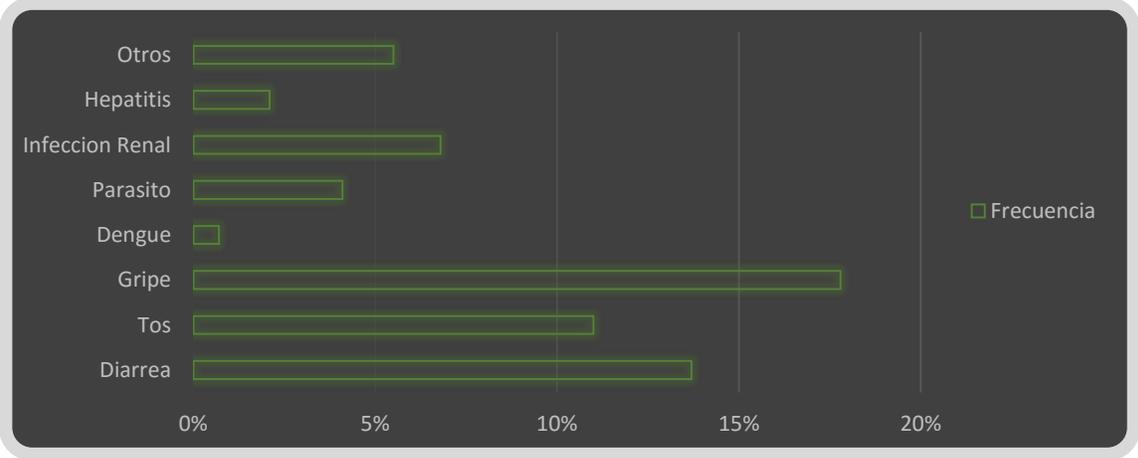
Ilustración 9 Grafico Nivel de Educación



Fuente: Elaboración propia.

De las 146 encuestas realizadas, se aprecia que en el municipio predomina un gran porcentaje de población con estudios superiores y tendencia de la población infantil a seguir ese ritmo. Los que nos indica una mayor conciencia de las personas a su derecho de servicios básicos de calidad, como un sistema de recolección de aguas residuales.

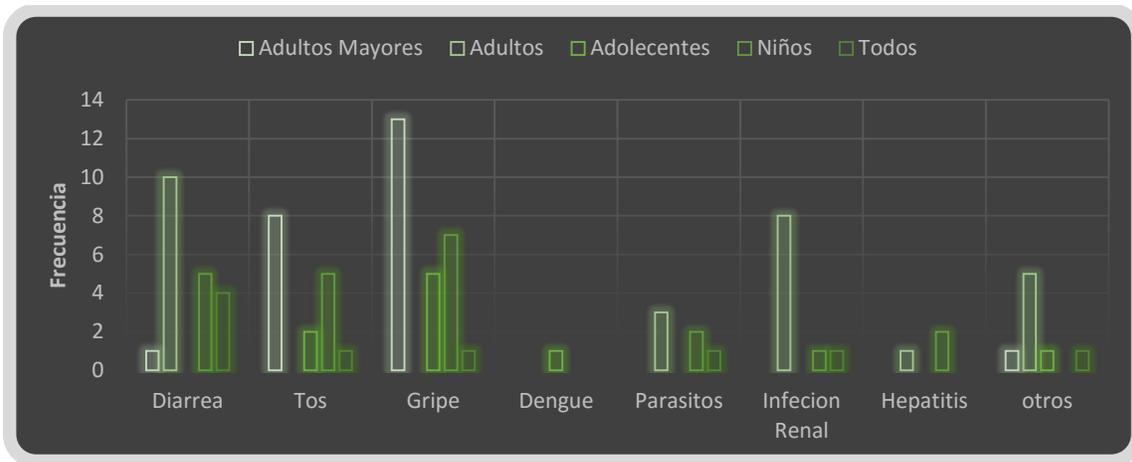
Ilustración 10 Grafico Frecuencia de enfermedades



Fuente: Elaboración propia.

El grafico anterior visualiza la frecuencia con la que la población en estudio se enfermó en el pasado año, teniendo incidencia con la gripe, tos y diarrea, y con menor incidencia dengue. Cuentan con un centro de salud y los pacientes que lo requieran viajan a San Rafael o Jinotega para atenciones hospitalarias.

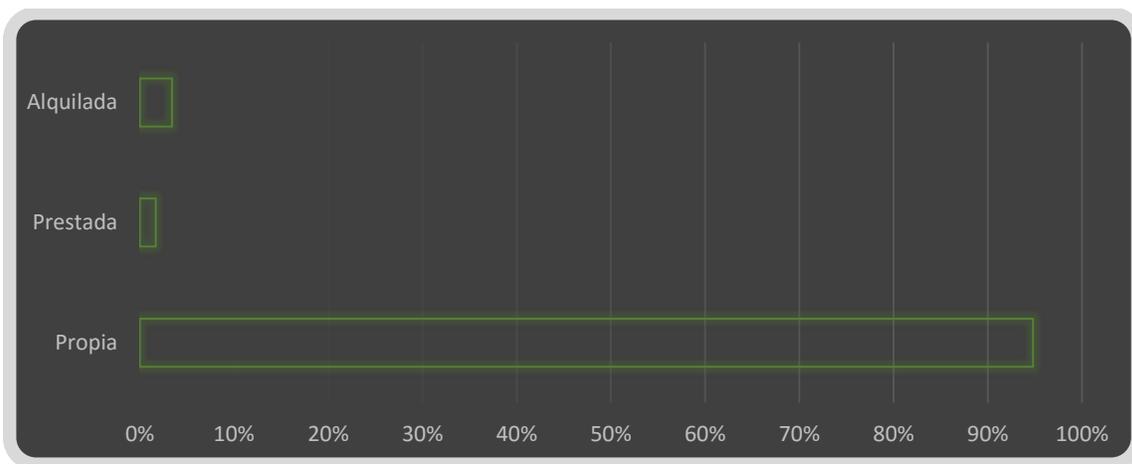
Ilustración 11 Grafico Enfermedades por generación



Fuente: Elaboración Propia.

La población más afectada con las enfermedades frecuentes son los adultos mayores y el resto de la población tuvo poca influencia con las enfermedades en el último año.

Ilustración 12 Grafico Tendencia de la Vivienda



Fuente: Elaboración Propia.

En el área de estudio únicamente 2 casas son prestadas y 4 sus inquilinos las alquilan.

Ilustración 13 Grafico Tendencia de las viviendas



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico anterior muestra una panorámica de las condiciones del hogar en donde viven las familias del casco urbano en Yalí describiendo sus paredes, pisos y calidad de la vivienda.

Ilustración 14 Grafico Trabajo dentro y fuera de la Comunidad

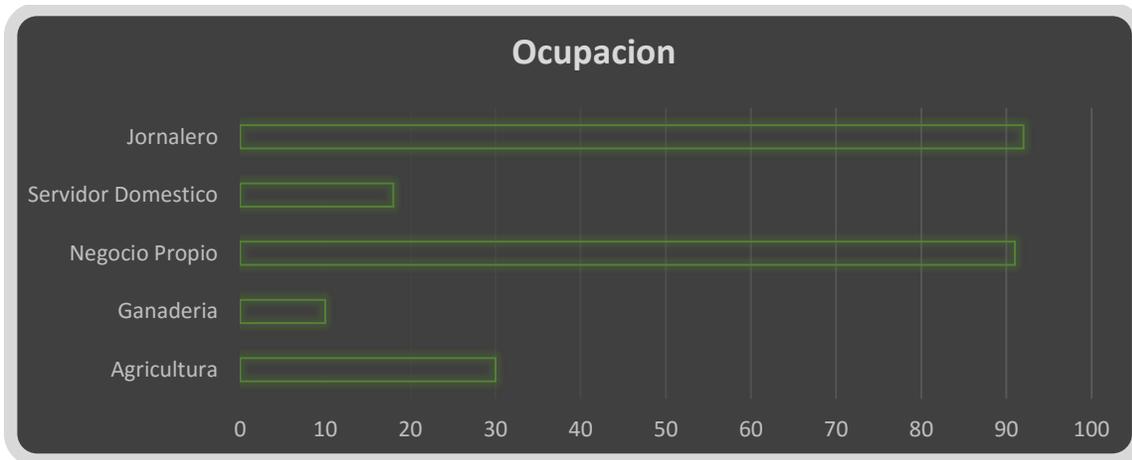


Fuente: Elaboración Propia.

La tendencia que se muestra en el casco urbano del municipio de Yalí es un predominio en el área laboral por parte de las mujeres mientras tanto los hombres suelen predominar fuera de la comunidad en distintas áreas laborales. Un factor

importante es la disminución descargas de aguas residuales debido a la población que sale a trabajar fuera del casco urbano.

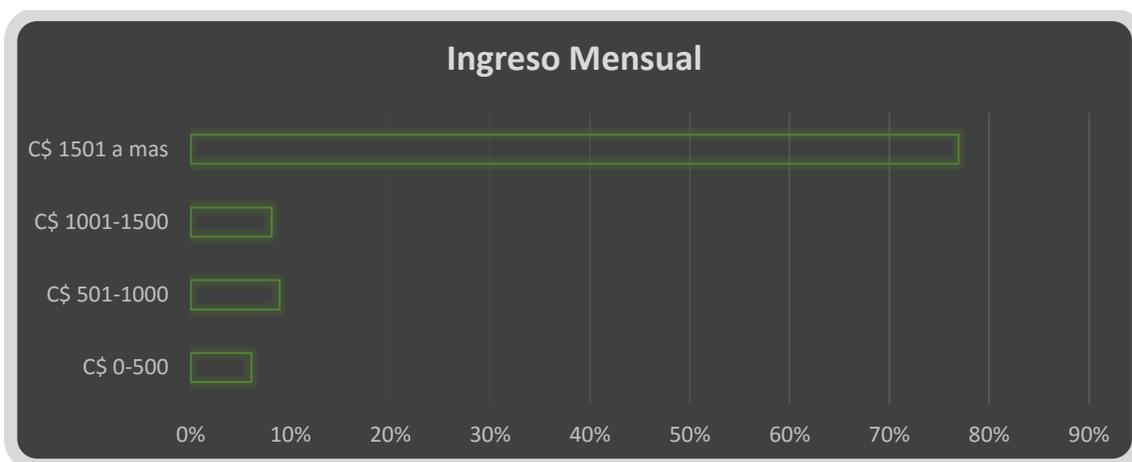
Ilustración 15 Grafico Tipo de trabajos



Fuente: Elaboración Propia.

Los ingresos mensuales de las familias en el área de estudio dependen del trabajo de jornaleros y negocios propios en la localidad, siendo las mujeres las que más atienden los negocios propios.

Ilustración 16 Grafico Ingreso Mensual



Fuente: Elaboración Propia.

La mayoría de familias tienen ingresos que pueden sustentar el pago mensual de un nuevo servicio siendo esto aspecto importante para la viabilidad de un sistema de alcantarillado.

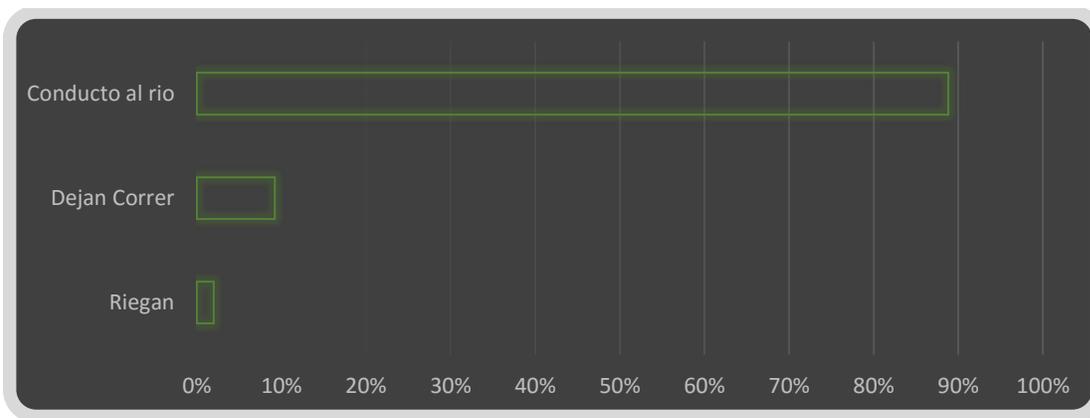
Ilustración 17 Grafico Disposición de Excretas



Fuente: Elaboración Propia.

Del total de encuestados 22 usan letrina y 83 usan inodoro, la mayoría que cuenta con letrinas tienen sumideros y solo el 3.81% descarga en el río (estas son letrinas lavables), y el 75.24 que cuentan con inodoro descargan en el río.

Ilustración 18 Uso de Agua Residuales



Fuente: Elaboración Propia.

En general la población descarga todas las aguas residuales crudas al río independientemente de que tengan sumideros o no. Esto indica la necesidad que posee la población por la implementación de sistemas que contribuyan al desarrollo de una vida sana y saludable.

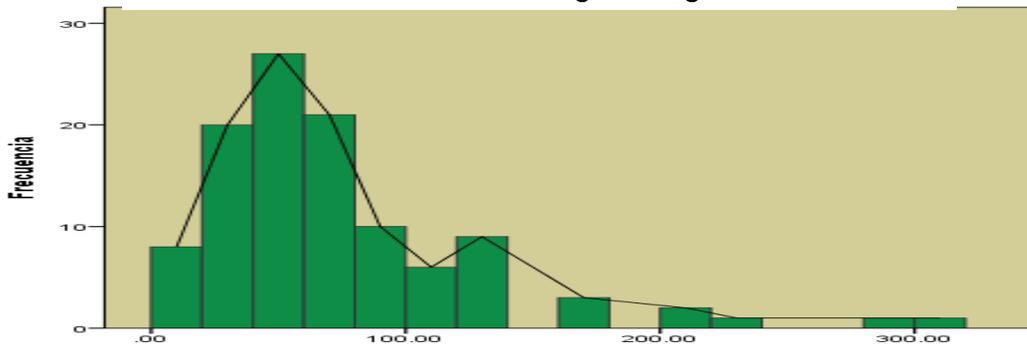
Tabla 12 Promedio de pago de Agua Potable

	Mínimo	Máximo	Media
Pago de agua promedio	9.00	300.00	72.00

Fuente: Elaboración Propia.

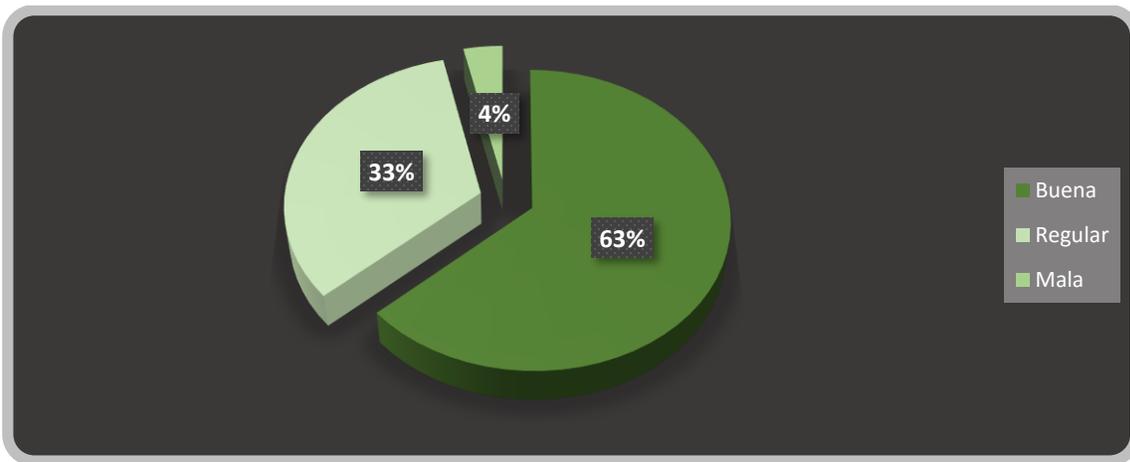
El 100% de los encuestados cuentan con servicio de agua potable. La población promedia un pago de 72 córdobas por el servicio de agua potable, en el gráfico Ilustración 12 representa la variación de pagos de las entre todas las familias de la localidad.

Ilustración 19 Gráfico Pago de Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia.

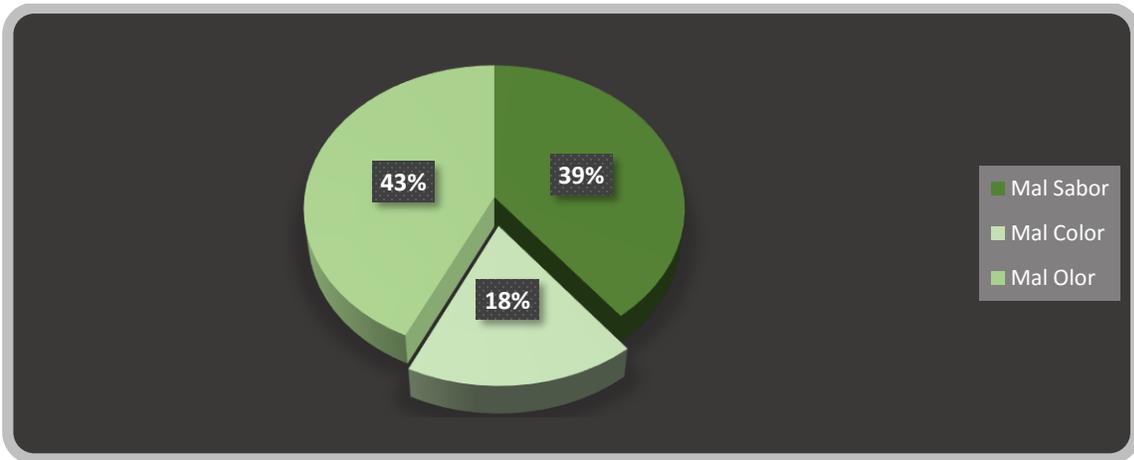
Ilustración 20 Gráfico Calidad del Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia.

La mayoría de la población coincide con que el agua que consumen es de buena calidad.

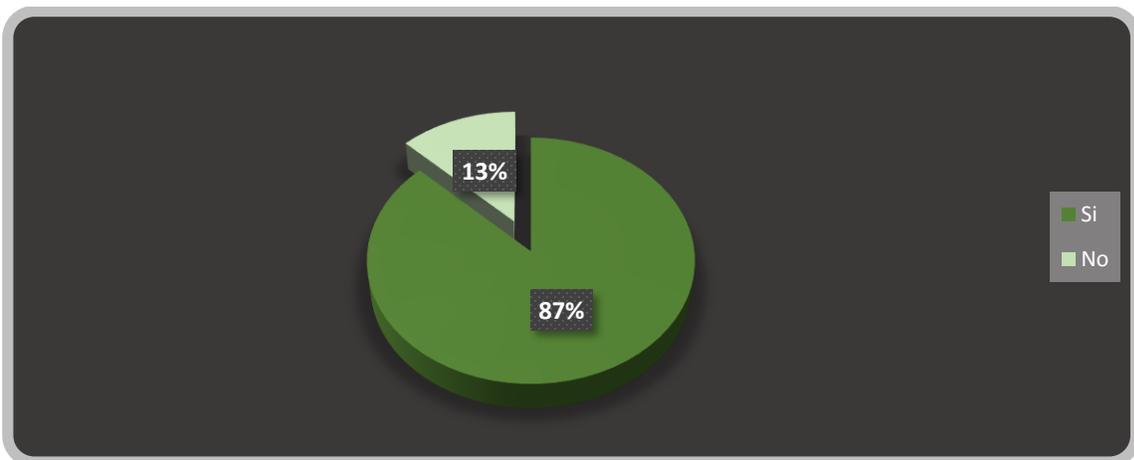
Ilustración 21 Grafico Anomalías en el Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia

Las personas que afirmaron que el agua era regular, el 39% considera que tiene mal sabor, un 18% consideraron mal color (debido a mucho cloro), y un 43% considera que tiene mal olor. Con respecto a las personas que consideran mala el agua potable el 100% coincide con mal sabor.

Ilustración 22 Disposición para la Construcción



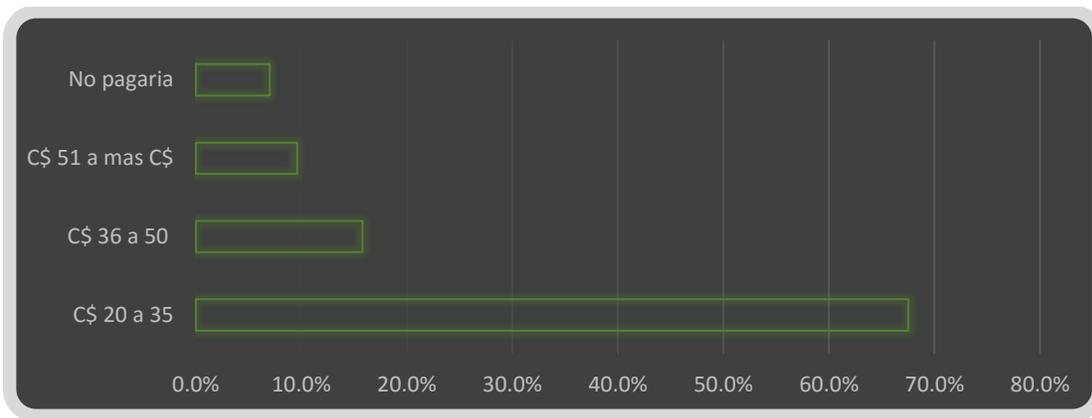
Fuente: Elaboración Propia

En su totalidad las familias del área de estudio afirman necesitar el sistema de alcantarillado de aguas residuales. La población está muy dispuesta a participar en la construcción organizada del sistema de alcantarillado sanitario si este se ejecutara y

un pequeño porcentaje del 13% no está dispuesto porque considera que la alcaldía debería organizar y ejecutar la construcción por su cuenta.

Se observó el interés masivo de la población para el proyecto a pesar del poco interés demostrado por los dirigentes de la alcaldía lo que en ocasiones provocaba la incredibilidad de la población a tal obra.

Ilustración 23. Disposición de pago por el servicio



Fuente: Elaboración Propia

La mayor parte de la población está consiente que debe pagar para que se les pueda brindar un servicio de calidad, el poco interés del 7% de la población que no está interesada puede atribuirse a los pensamientos que la alcaldía debe brindarles las condiciones necesarias de vida sin su contribución monetaria.

4.3 Estudios básicos.

4.3.1 Descripción de la geología y de los suelos.

Estudios Geológicos.

Desde el punto de vista geológico, los terrenos visitados (San Sebastián de Yalí) se incluyen en la Provincia Volcánica Terciaria que en el sector Noroeste (NW) descansa sobre la Plataforma Paleo-Mesozoica.

Los suelos del municipio de San Sebastián Yalí son de origen volcánico (rocas básicas y ácidas), la mayoría posee piedras en la superficie y perfil de textura

arcillosa. Predominan los suelos desarrollados de los órdenes Molisol (134.09 km²) y Alfisol (117.63 km²), seguidos por los suelos con poco desarrollo del orden Entisol (110.69 km²). Menor proporción ocupan los suelos jóvenes de los órdenes Inceptisol (29.46 km²), Vertisol (2.26 km²) y los que están en las últimas etapas de evolución denominados Ultisoles (4.73 km²).

Estudio Geotécnico.

En los estudios retomados de la base de datos de la alcaldía de San Sebastián de Yalí se denota un predominio en el sub-suelo del sitio, que corresponden a materiales granulares, conformados por gravas limosas que se clasifican GM(A-1-a y A-1-b) y arenas limosas que se clasifican del tipo SM(A-5 Y A-4) y materiales finos correspondientes a limos arcillosos inorgánicos ML(A-6, A-5) y MH(A-7-5).

4.3.2 Estudios hidrológicos.

La temperatura media anual en el municipio, oscila entre los 18 y 24°C. Las condiciones climáticas son variadas. Las precipitaciones varían desde los 800 mm/año al Oeste del distrito (comunidad La Vainilla) hasta los 1,600 mm/año hacia al Este (comunidad Veracruz) con mayor incidencia de la menor precipitación en aproximadamente el 50% del distrito.

4.3.3 Estudios Sanitarios.

Los principales ríos localizados en el municipio son: Río Yalí, Río El Coyolar, Río Monte Cristo y Río El Zapote; la red de drenaje que forman estos cuerpos de agua constituye las 4 sub cuencas de San Sebastián de Yalí. En el nivel inferior de la clasificación hidrológica, existen 32 micros cuencas, de las cuales 17 se encuentran totalmente contenidas en el territorio municipal.

La red de drenaje del municipio se caracteriza (en su mayoría) por presentar un patrón de drenaje en dirección Noreste hacia la Cuenca del Río Coco, a la cual pertenece el 95% del territorio municipal. El 5% restante pertenece a la Cuenca del Río San Juan (Cuenca No. 69) a través de la Sub cuenca del Río Viejo.

Las cuatro sub cuencas presentan una pendiente media que oscila entre los 29.5% y 40%. El relieve del municipio en su mayoría (86.31%) es escarpado con pendientes mayores de 15%. Las mayores pendientes se encuentran en los distritos 5 y 6, al Oeste del distrito 2 y al Este del distrito 4.

4.3.4 Obras existentes.

El acueducto de la ciudad de San Sebastián de Yalí fue construido a través del FISE en el año 1998, las aguas que abastecen a la población son de tipo superficial, proviniendo de una Obra de Captación compuesta por tres diques, la que se localiza al Noreste del casco urbano, las aguas son conducidas a través de tubería de 150mm (6") PVC de diámetro en una longitud de 8.16 Km., mediante un sistema por gravedad, luego éstas agua llegan al Tanque de Almacenamiento de mampostería de 113.5m³ (30,000 galones) de capacidad.

Cabe señalar que antes de ser entregada el agua a la población, es sometida a un proceso de desinfección, empleándose para ello un clorador gaseoso ubicado en el mismo predio del tanque de almacenamiento.

4.3.5 Topografía.

La topografía en Yalí es muy accidentada presenta pendientes abruptas en la parte noroeste y noreste, las cuales cambian bruscamente al llegar a la ribera del rio volviéndose relativamente plano como se aprecia en el plano 3 (Ver Anexo F).

A continuación, se presenta un reporte de los pozos de inspección de la red de alcantarillado sanitario, mostrando aspectos como son: coordenadas y elevación.

Tabla 13. Posos de visita

<u>Estructura</u>	<u>Tipo</u>	<u>Tamaño(m)</u>	<u>Norte (m)</u>	<u>Este (m)</u>	<u>Elevación pozo(m)</u>	<u>Elevación fondo (m)</u>
PVS - (1) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471017.89	588635.31	870.91	869.51
PVS - (2) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471010.36	588583.65	870.86	869.07
PVS - (3) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471011.80	588544.88	867.28	865.73
PVS (7) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471008.67	588462.49	862.79	860.88
PVS (8) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470985.56	588371.35	862.41	859.45
PVS - (9) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470986.54	588298.14	855.45	853.20
PVS -(10) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471048.25	588374.30	874.89	869.92
PVS - (11) Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471049.51	588337.93	870.47	865.62
PVS - (12) Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471052.15	588300.38	865.89	860.74
PVS (13) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471057.78	588238.35	859.86	858.08
PVS (14) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471062.87	588177.40	859.89	856.85
PVS (15) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471066.76	588111.38	858.80	856.69
PVS (16) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471017.89	588109.44	858.27	855.46
PVS (17) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470942.58	588104.77	848.73	845.89
PVS (18) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470909.72	588102.43	846.84	843.97
PVS (19) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470902.31	588099.73	846.41	843.49
PVS -(21) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471019.34	588299.26	859.28	857.82
PVS (22) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471025.43	588236.02	855.86	853.97
PVS (23) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470993.07	588233.68	853.08	849.86

PVS (24) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470929.99	588228.66	851.17	848.57
PVS (25) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470888.17	588223.67	846.95	845.00
PVS- (26) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470918.49	588304.43	853.55	851.60
PVS (27) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470934.19	588229.03	851.35	848.66
PVS (28) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470938.20	588167.92	853.74	851.81
PVS- (29) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470998.37	588171.46	857.13	855.10
PVS (30) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470999.32	588175.01	856.99	853.84
PVS (31) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471070.62	588046.75	858.82	856.46
PVS (32) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471023.28	588041.41	858.75	855.97
PVS (33) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470946.25	587811.43	849.85	848.52
PVS (35) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471075.07	587986.90	854.60	852.72
PVS (36) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471079.04	587922.33	849.74	847.93
PVS (37) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471081.92	587859.15	843.67	841.35
PVS-(38) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471072.91	587806.75	841.29	838.98
PVS (39) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471071.91	587795.25	840.88	838.42
PVS (40) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471063.58	587765.64	841.40	839.09
PVS (41) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471041.73	587729.70	841.30	839.95
PVS (43) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471015.66	587981.88	858.53	856.45
PVS- (44) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471019.54	587919.51	853.88	851.77
PVS (45) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471022.16	587858.52	848.60	846.43
PVS (46) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471019.01	587796.45	839.89	837.38

PVS (47) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471021.37	587829.01	843.82	841.62
PVS -(48) Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470950.47	588029.21	865.33	863.79
PVS (49) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470953.48	587976.40	868.09	863.24
PVS (50) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470951.89	587917.70	867.14	865.39
PVS (51) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470946.64	587854.15	855.43	853.10
PVS (53) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470984.04	587980.57	862.87	860.81
PVS (55) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470949.56	587809.70	849.00	846.85
PVS (56) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470981.16	587917.39	860.86	857.81
PVS (57) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471001.43	587920.27	856.94	854.95
PVS (59) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470972.59	587854.08	856.65	854.20
PVS (60) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471005.53	587858.11	851.72	849.07
PVS (61) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471052.96	587860.82	843.91	841.79
PVS (62) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470980.55	587794.18	840.93	837.35
PVS (63) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471066.57	587803.47	840.93	838.07
PVS (64) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470949.54	587793.54	843.02	840.92
PVS (66) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470874.72	587831.75	864.69	862.78
PVS (67) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470820.72	587778.19	861.79	859.90
PVS - (68) Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470889.91	587905.11	867.91	866.31
PVS (69) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470764.00	587716.29	856.05	854.56
PVS (70) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470739.43	587690.61	851.06	849.37
PVS (71) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470692.50	587647.87	845.93	844.13

PVS (72) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470644.78	587607.38	840.57	838.86
PVS (73) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470630.75	587587.25	838.14	836.84
PVS - (75) Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1471015.74	588358.41	867.12	866.36
PVS (76) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1471017.44	588334.55	864.44	863.67
PVS (77) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470983.48	587767.06	837.68	834.25
PVS (78) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1471016.68	588345.31	865.20	864.42
PVS (79) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1471018.90	588307.40	859.68	858.86
PVS (81) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470911.53	587825.93	857.02	855.92
PVS (82) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470927.85	587826.19	854.37	853.49
PVS (84) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471012.02	588508.14	863.97	862.26
PVS (86) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470932.81	587812.29	852.18	851.36
PVS - (87) Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470914.80	587889.01	865.90	865.20
PVS (88) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470925.72	587887.72	865.87	864.81
PVS (89) (Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470924.62	587860.71	859.25	858.44
PVS (91) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471012.97	587682.38	841.74	839.49
PVS (92) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471015.54	587737.88	838.75	836.98
PVS (93) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471018.32	587786.18	839.29	836.26
PVS (94) (Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470873.83	588173.80	843.86	842.25
PVS (100)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470884.55	588215.66	845.77	843.80
PVS (101)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470879.41	588199.93	844.94	843.10
PVS (102)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471039.46	587859.64	845.37	843.02

PVS (103)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470979.30	588033.99	859.96	858.39
PVS (104)Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470952.05	587996.82	869.10	867.37
PVS (105)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470948.46	587877.10	860.99	856.09
PVS-(106)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470976.39	588448.05	859.26	858.14
PVS (107)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470961.38	588451.58	856.08	854.98
PVS (108)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470954.59	588453.51	854.63	853.47
PVS (109)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470949.55	588435.71	854.55	853.12
PVS (110)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470945.98	588424.12	854.41	853.01
PVS (111)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470940.12	588402.58	854.27	852.83
PVS (112)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470919.50	588392.07	854.22	852.65
PVS (113)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470909.51	588350.37	854.09	852.33
PVS (114)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470901.36	588082.05	843.51	839.95
PVS (115)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470906.98	588061.10	841.13	839.38
PVS (117)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470887.64	588062.28	840.76	838.87
PVS (121)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470997.13	588472.54	861.11	860.41
PVS (122)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470985.08	588474.66	858.56	857.85
PVS (123)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470964.78	588479.57	854.44	853.77
PVS (124)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470799.25	588051.24	842.09	836.51
PVS (128)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470979.89	587785.50	840.23	836.31
PVS (131)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471065.77	587792.92	840.42	837.29
PVS (132)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471052.78	587787.14	839.42	836.97

PVS (133)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471008.52	587786.36	838.00	835.33
PVS (134)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471002.46	587769.41	838.04	834.92
PVS (151)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1471023.32	587919.15	853.49	849.19
PVS (152)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470795.44	587759.34	861.33	859.56
PVS (153)(Red Alcantarillado)	Rectangular	Largo:1.50 Ancho:0.75	1470941.45	587859.88	856.71	855.40
PVS (154)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470861.86	588150.33	844.79	841.84
PVS (155)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470866.81	588113.58	845.87	841.27
PVS (156)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470885.86	588099.10	846.10	840.69
PVS (159)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470864.62	588062.46	840.60	838.25
PVS (166)(Red Alcantarillado)	Circular	Diametro:1.20	1470641.13	587998.50	834.82	832.34

4.3.6 Climatología.

El municipio presenta ocho zonas climáticas predominando el clima templado, sub húmedo con canícula menor de 10 días, con 22,398.87 hectáreas, correspondiente al 56% del territorio municipal; el clima frío sub húmedo con canícula menor de 10 días, con 7,083 hectáreas que corresponde a un 17.74% y una tercera zona climática con área considerable es el clima fresco sub húmedo con canícula menor de 10 días, en un área de 4,930.27 hectáreas.

4.3.7 Economía.

Los recursos económicos se originarán en los ingresos propios y en aquellos que transfiera el Gobierno central. Dentro de la capacidad administrativa, técnica y financiera, el municipio debe realizar todas las tareas relacionadas con la prestación de los servicios municipales comprendidos en su jurisdicción para el desarrollo de su población.

4.3.8 Actividad agrícola.

Es el sector representativo en la economía municipal. El 93% de las familias rurales (que agrupan el 83% de la población municipal) se dedican a la actividad agrícola. A su vez el 7% de la población rural, se ocupa en la actividad pecuaria y forestal.

La superficie de suelo ocupado para la actividad agrícola es de 8,585.26 hectáreas, equivalentes al 21.42% del territorio municipal. Los principales cultivos son: café, frijol, maíz y banano.

4.3.9 Actividad ganadera.

En cuanto a la ganadería mayor, la actividad está presente en números considerables en todos los distritos. Sin embargo, los distritos 1 y 6 presentan los menores porcentajes de ganado mayor. El hato ganadero de los distritos 2, 4 y 5 tienden al crecimiento; presenta alto número de individuos menores de 1 año y en edad que supera los 4 años.

4.3.10 Actividad forestal .

Para el año 2010 (Programa Terrena) determinó una cobertura forestal de 243.17 km², área equivalente al 60.72% de la superficie municipal. Solamente 11.59 km² (4.76%) de estos bosques presentan usos restringidos por ubicarse en área protegida por el SINAP y 31.06 km² (12.77%) se restringen por pendientes mayores a 50%.

4.3.11 Transporte.

La principal vía de comunicación interna es el camino de todo tiempo que comunica la cabecera municipal Yalí con el asentamiento La Rica. El inventario de vías de comunicación terrestres tiene un 11% que son caminos de todo tiempo, 4% de caminos permite el acceso en tiempo seco y 85% son afectados en periodo de invierno en mal o regular estado.

4.3.12 Índice de mortalidad.

Los índices de mortalidad neo natal (0-28 días), son de 19 muertes por mil nacidos vivos, superior al índice nacional que es de 18 muertes por mil nacidos vivos. Los índices de mortalidad post infantil (1-4 años) son de 16 muertes por mil nacidos vivos, superior en un 50% a los índices nacionales, que son de 8 muertes por mil nacidos vivos.

4.3.13 Sistema de recolección.

4.3.13.1 Descripción General.

El proyecto de Alcantarillado Sanitario para el casco urbano del municipio, está diseñado para construirse por etapas, siendo la primera etapa la más grande, económicamente costosa y tardada de todas, pues contempla la construcción de las colectoras principales, estaciones de bombeo y ciertas estructuras especiales tanto en el transporte como en el sitio de tratamiento.

A continuación, se detallan las características constructivas y técnicas de cada alternativa. La población de estudio considerada toma todo el centro del casco urbano del municipio, esta abarca una población de 2106 hab. Tomando en cuenta que proponemos una construcción por etapa, los sectores norte y sur que no se tomaron para el diseño del alcantarillado, pero si para el diseño de los emisarios sumando un total de 7042 hab.

En este diseño se usaron diámetros que van desde 4" (100mm) hasta 14" (355mm) para las tuberías de PVC y diámetros entre 4" (100mm), 8" (200mm) y 10" (250mm) las alcantarillas de ACERO. El coeficiente de rugosidad de Manning se estableció en 0.014 para las tuberías de ACERO y para las tuberías PVC se utilizó un coeficiente de 0.009.

Debido a condiciones del terreno se realizaron en cuatro manzanas alcantarillados condominiales. (Ver Planos en Anexo F).

Las excavaciones promedio varían entre 3 y 4 metros con una excavación mínima de 1.5m; la cobertura mínima es de 1.20 metros para el Sistema convencional y 0.60 metros para los condominiales.

En la red de alcantarillado, en los siguientes tramos (p106-107, p121-123, p122-123, p122-108, p76-21, p76-79, p75-78, p106-107, p104-48) se da como recomendación realizar 2 descargas de agua al año, debido a que son tramos de inicio o condominiales a los que se les atribuye poco caudal lo que provoca que no cumplan las condiciones hidráulicas.

A continuación, se presentan algunos tramos en unas tablas resumen, presentando alguno de los criterios más importantes, el resto se podrán apreciar en (Anexo A).

Tabla 14. Red de distribución condominial

DESCRIPCION			LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		DISEÑO					
#	TRAMO	POB. (hab.)	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	PENDIENTES		CAUDALES			
								TERRENO	Tubo	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum (l.p.s.)
Red condominial 1													
5	P106-P107	6 Hab.	14.32 m	859.24	856.08	1.00 m	0.64 m	-22.02%	19.50%	0.0058	0.0175	0.02	0.02
6	P121-P122	6 Hab.	11.24 m	861.11	858.56	0.60 m	0.58 m	-22.70%	22.50%	0.0058	0.0175	0.02	0.02
7	P122-P123	6 Hab.	20.14 m	858.56	854.44	0.61 m	0.56 m	-20.44%	20.20%	0.0058	0.0175	0.02	0.039
8	P122-P108	6 Hab.	27.47 m	854.44	854.63	0.57 m	1.06 m	0.69%	1.10%	0.0058	0.0175	0.02	0.059
9	P107-P108	6 Hab.	5.98 m	856.08	854.63	1.00 m	0.63 m	-24.26%	18.00%	0.0058	0.0175	0.019	0.039
10	P108-P109	12 Hab.	17.35 m	854.63	854.55	1.06 m	1.30 m	-0.47%	1.85%	0.0117	0.035	0.039	0.137
11	P109-P110	12 Hab.	11.56 m	854.55	854.41	1.33 m	1.27 m	-1.22%	0.70%	0.0117	0.035	0.039	0.176
12	P110-P111	0 Hab.	21.25 m	854.41	854.27	1.30 m	1.31 m	-0.67%	0.70%	0	0	0	0.176
13	P111-P112	0 Hab.	21.99 m	854.27	854.22	1.34 m	1.44 m	-0.22%	0.70%	0	0	0	0.177
14	P112-P113	0 Hab.	41.76 m	854.22	854.09	1.47 m	1.63 m	-0.31%	0.70%	0	0	0.001	0.178
Red Condominial 2													
17	P75-P78	6 Hab.	12.76 m	867.11	865.2	0.65 m	0.65 m	-14.95%	14.95%	0.0058	0.0175	0.02	0.02
18	P78-P76	6 Hab.	10.79 m	865.2	864.44	0.68 m	0.67 m	-7.07%	7.00%	0.0058	0.0175	0.019	0.039
19	P76-P79	6 Hab.	27.19 m	864.44	859.69	0.66 m	0.70 m	-17.48%	17.48%	0.0058	0.0175	0.02	0.059
20	P79-P21	0 Hab.	7.71 m	859.69	859.28	0.73 m	0.73 m	-5.21%	5.21%	0	0	0	0.059
Red Condominial 3													
85	P87-P88	6 Hab.	10.46 m	865.9	865.87	0.60 m	0.93 m	-0.31%	3.50%	0.0058	0.0175	0.019	0.019
86	P88-P89	12 Hab.	26.66 m	865.87	859.25	0.96 m	0.61 m	-24.83%	23.50%	0.0117	0.035	0.039	0.059
87	P89-P153	6 Hab.	16.24 m	859.25	856.71	0.71 m	0.69 m	-15.63%	15.50%	0.0058	0.0175	0.02	0.078
Red Condominial 4													
91	P81-P82	24 Hab.	15.34 m	857.02	854.37	1.00 m	0.65 m	-17.25%	15.00%	0.0233	0.07	0.077	0.077
92	P82-P86	0 Hab.	14.18 m	854.37	852.18	0.78 m	0.63 m	-15.43%	14.40%	0	0	0	0.078
93	P86-P33	6 Hab.	9.00 m	852.18	849.85	0.72 m	0.63 m	-25.98%	25.00%	0.0058	0.0175	0.019	0.097
94	P33-P55	0 Hab.	3.27 m	849.85	849	1.23 m	1.20 m	-25.90%	25.00%	0	0	0	0.097

DISEÑO											
DIAMETROS	VELOCIDADES		TIRANTE				CALCULOS HIDRAULICOS				
COMERCIAL "PULG"	V _p (m/s)	V _{critica}	Y/D	y _{min}	Y	y _{max}	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO
Red condominial 1											
4	0	2.70886	0	0.0203	0.0000	0.0762	114.5916	0.0208	40	-	-
4	0	2.70886	0	0.0203	0.0000	0.0762	114.5916	0.0208	46	-	-
4	0.733841	2.64182	0.023	0.0203	0.0023	0.0762	111.0774	0.0198	39	4.8468	Flujo Supercrítico
4	0.3022	2.54014	0.057	0.0203	0.0058	0.0762	105.8826	0.0183	2	1.2679	Flujo Supercrítico
4	0.692727	2.64182	0.023	0.0203	0.0023	0.0762	111.0774	0.0198	35	4.5753	Flujo Supercrítico
4	0.47029	2.48817	0.074	0.0203	0.0075	0.0762	103.2852	0.0175	3	1.7317	Flujo Supercrítico
4	0.361609	2.37572	0.11	0.0203	0.0112	0.0762	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico
4	0.361609	2.37572	0.11	0.0203	0.0112	0.0762	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico
4	0.361609	2.37572	0.11	0.0203	0.0112	0.0762	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico
4	0.361609	2.37572	0.11	0.0203	0.0112	0.0762	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico
Red condominial 2											
4	0	2.70886	0	0.02032	0	0.0762	114.5916	0.0208	30	-	-
4	0.431991	2.64182	0.023	0.02032	0.00234	0.0762	111.0774	0.0198	14	2.8532	Flujo Supercrítico
4	0.682648	2.64182	0.023	0.02032	0.00234	0.0762	111.0774	0.0198	34	4.5087	Flujo Supercrítico
4	0.526147	2.59733	0.038	0.02032	0.00386	0.0762	108.7856	0.0191	10	2.7035	Flujo Supercrítico
Red Condominial 3											
4	0.31	2.64	0.023	0.020	0.002	0.076	111.077418	0.01976	7	2.018	Flujo Supercrítico
4	0.79	2.64	0.023	0.020	0.002	0.076	111.077418	0.01976	26	5.228	Flujo Supercrítico
4	0.79	2.62	0.032	0.020	0.003	0.076	109.702319	0.01936	29	4.446	Flujo Supercrítico
Red condominial 4											
4	0.781164	2.6152	0.032	0.02032	0.00325	0.0762	109.702319	0.019366	28	4.37407	Flujo Supercrítico
4	0.765381	2.6152	0.032	0.02032	0.00325	0.0762	109.702319	0.019366	27	4.285696	Flujo Supercrítico
4	1.008478	2.6152	0.032	0.02032	0.00325	0.0762	109.702319	0.019366	47	5.6469	Flujo Supercrítico
4	1.008478	2.6152	0.032	0.02032	0.00325	0.0762	109.702319	0.019366	47	5.6469	Flujo Supercrítico

Fuete: Elaboración propia

Tabla 15. Red de distribución de colector principal

DESCRIPCION			LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		DISEÑO					
#	TRAMO	POB. (hab.)	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	PENDIENTES		CAUDALES			
								TERRENO	Tubo	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum (l.p.s.)
Red convencional													
1	P1-P2	60 Hab	51	870.91	870.87	1.25	1.612	-0.0009	0.8%	0.05833	0.175	0.194	0.194
2	P2-P3	48 Hab	37.6	870.87	867.28	1.65	1.256	-0.09548	8.5%	0.04667	0.14	0.155	0.350
3	P3-P84	33 Hab	36.14	867.28	863.97	1.4	1.3456	-0.09151	9.0%	0.03208	0.09625	0.107	0.457
4	P84-P7	33 Hab	45.24	863.97	862.8	1.56	1.7442	-0.02593	3.0%	0.03208	0.09625	0.107	0.564
21	P8-P9	24 Hab.	72.02	862.41	855.45	2.81	1.9697	-0.09667	8.5%	0.02333	0.07	0.079	0.820
26	P9-P23	12 Hab	63.89	855.45	853.08	2.1	2.9205	-0.03716	5.0%	0.01167	0.035	0.04	1.12
31	P23-P27	54 Hab	57.92	853.08	851.35	3.02	2.4554	-0.02975	2.0%	0.0525	0.1575	0.176	1.741
32	P27-P24	0 Hab	3.02	851.35	851.17	2.49	2.3664	-0.06093	2.0%	0	0	0.000	1.859
33	P26-P24	42 Hab	76.04	853.55	851.17	1.8	1.79645	-0.03125	3.1%	0.04083	0.1225	0.137	0.316
34	P24-P25	36 Hab	42.12	851.17	846.95	2.4	1.72108	-0.10012	8.4%	0.035	0.105	0.117	2.293
35	P25-P100	0	7.63	846.95	845.77	1.75	1.326	-0.15557	10.0%	0	0	0.000	2.293

DISEÑO											
DIAMETROS	VELOCIDADES		TIRANTE				CALCULOS HIDRAULICOS				
COMERCIAL "PULG"	V_p (m/s)	$V_{critica}$	Y/D	ymin	Y	ymax	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO
Red Convencional											
6	0.37	2.42	0.065	0.03048	0.00991	0.1143	99.695	0.0165	1	1.192	Flujo Supercrítico
6	1.03	2.49	0.049	0.03048	0.00747	0.1143	103.362	0.0176	15	3.796	Flujo Supercrítico
6	1.09	2.47	0.053	0.03048	0.00808	0.1143	102.445	0.0173	15	3.890	Flujo Supercrítico
6	0.81	2.34	0.08	0.03048	0.01219	0.1143	96.257	0.0156	5	2.332	Flujo Supercrítico
6	1.32	2.37	0.074	0.03048	0.01128	0.1143	97.63	0.0159	13	3.971	Flujo Supercrítico
6	1.18	2.26	0.098	0.03048	0.01494	0.1143	92.132	0.0144	7	3.088	Flujo Supercrítico
8	0.93	2.05	0.104	0.04064	0.02113	0.1524	82.811	0.0119	2	2.0363	Flujo Supercrítico
8	0.97	2.03	0.108	0.04064	0.02195	0.1524	81.589	0.0116	2	2.0911	Flujo Supercrítico
6	0.67	2.45	0.057	0.03048	0.00869	0.1143	101.528	0.0170	5	2.2846	Flujo Supercrítico
8	1.72	2.17	0.086	0.04064	0.01748	0.1524	88.312	0.0134	11	4.1622	Flujo Supercrítico
8	1.78	2.21	0.08	0.04064	0.01626	0.1524	90.145	0.0139	14	4.4671	Flujo Supercrítico

Fuete: Elaboración propia

Físicamente la red cubre todo el centro del casco urbano del municipio, a pesar de que los sectores norte y sur no fueron considerados para la cobertura, si se tomaron en cuenta para el diseño de los emisarios, para que en un futuro se anexasen a la red.

La longitud total de tubería de PVC es de 5932.8 metros, La longitud total de tubería de ACERO es de 59.26 metros, incluyendo las líneas de los cárcamos de bombeo.

Tabla 16. Distribución de Diámetros

Distribución de diámetros de la red

Diámetro	Longitud tubería de PVC. (m).	Longitud tubería de acero. (m).	Longitud cárcamo PTAR. (m).
4	437.4		564.37
6	3451.25		788.51
8	328.22	30.73	
10	185.77	28.53	
14	177.46		

Fuente: Elaboración Propia

La red fue diseñada con 2 tipos de dispositivos de limpieza, los cuales son: pozos de visita, cajas de inspección, sumando un total de 123 PVS, 15 Cajas, en total 138 estructuras.

4.4 Cárcamos de Bombeo.

Se diseñaron 2 cárcamos de bombeo con las siguientes características resumidas.

Tabla 17. Resultados cárcamos de bombeo

	Cantidad bombas	Población	Caudal bombeo (Lts)	Potencia bomba (Hp)
1	2	3504	13.539	1/2
2	2	2588	8.45	1 1/2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 Análisis económico bombas.

Q(lps)	D(pulg)	L(m)	Vp(cs)	crf	CAT	CAE	CAEq
13.539	6	788.51	700	0.102	16970.312	3851.11	17081.32
8.45	4	564.11	211	0.102	40296.018	5150.99	45447.07

Finalmente cabe destacar, que el uso de estas estructuras es debido a que a medida que se diseñaba el emisario las profundidades de las estructuras de inspección eran demasiado profundas (mayores a 6 metros) encareciendo la construcción de la obra, lo que imposibilitaría su construcción. (Ver Planos Cárcamo de Bombeo en Anexo F).

4.5 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

4.5.1 Descripción General.

El sistema consiste en estructuras de Pre tratamiento y Tratamiento primario, así como Tratamiento secundario, en este caso filtro anaerobio de flujo ascendente(FAFA), las cuales fueron distribuidas en una extensión de terreno de 0.45 ha. Estas se ubican a unos 1000 metros del centro del casco urbano del municipio. Estos terrenos fueron escogidos debido a que el patrón de drenaje de la ciudad es orientado hacia el sur y es la única área disponible de la zona para ubicar la planta de tratamiento. Se suma a la selección el hecho de que los vientos están dirigidos del noreste al suroeste, evitándose así el problema de olores perjudiciales a la salud de la comunidad. (Ver en Anexo F).

4.5.2 Estructuras de Pre tratamiento y distribución de flujos.

Canal de entrada y rejas.

Luego de que las aguas son transportadas y depositadas, éstas fluyen por gravedad a través de una tubería hasta llegar a un canal rectangular de 0.35 metros de altura por 0.3 metros de ancho. Este canal está conectado a una estructura de rejilla que detiene los desechos sólidos de tamaño regular.

Dicha estructura tiene dimensiones de 0.35 metros de altura por 1.4 metros de ancho; posee una pendiente de ampliación de sección de 22.5° y su rejilla propiamente dicha, tiene una inclinación de 45° respecto al fondo del canal; el tipo de

reja es mediana con barras redondas, existe una separación entre éstas de 3.5 cm y cada una tiene un espesor de 1.27 cm y la eficiencia es del 73%. (Ver plano Detalles Anexo F).

Desarenador y cámara de aquietamiento.

Inmediatamente que el agua sale del canal de la rejilla, es dirigido para descargar a un Desarenador de 0.76 m³ aproximadamente, con una longitud de 2 metros y un ancho de 0.4 metros. Aquí se eliminan partículas arenosas y otras con diámetros hasta de 0.02 mm.

Éste posee dos pantallas que ayudan a la deposición de arenas, poseen un tamaño de 1m cada una, ubicadas a la entrada (0.62m del vertedero) y salida (0.5m de la cámara de aquietamiento).

El vertedero está al final de la estructura y ayuda a medir el caudal de salida. La cámara de aquietamiento posee dimensiones de 0.32m de profundidad, 0.15 de ancho y 1 m de largo, está ubicada a la entrada del desarenador, su función es aquietar el flujo de aguas negras.

El almacenamiento de lodos se produce en la parte inferior de la estructura; la profundidad máxima de acumulación es de 0.4m y está ubicada a L/3. (Ver plano de pretratamiento en Anexo F).

Medidor de caudal.

Luego de salir del desarenador, las aguas residuales pasan al dispositivo de medición de caudal, que en este caso es una Canaleta Parshall, la cual tiene una garganta de 8 cm de ancho.

4.6 Tratamiento secundario.

Luego de salir de la Parshall, el agua continúa al tratamiento, constituido por un arreglo de IMHOFF y FAFA. El arreglo es como sigue: tanque IMHOFF doble conectadas en paralelo, seguidas por filtro anaerobio de flujo ascendente doble.

IMHOFF

El tanque IMHOFF cuenta con un tiempo de retención de 2h el suficiente para la sedimentación de los sólidos suspendidos totales, cuenta con área de $9.9m^2$ por cada Tanque IMHOFF en paralelo, la profundidad de cada uno es de 1.73m, el digester cuenta con un volumen de $51.60m^3$, cada tanque cuenta con la capacidad de $3.59m^3/h$ producido por una población de 1,053hab. En cada unidad, su extracción de lodos y mantenimiento se hará cada 40 días deshabilitando el funcionamiento de una de las unidades en el momento de caudal mínimo, siendo este el momento preciso donde la segunda unidad pueda almacenar la demanda del caudal que ingresa. Se removerá el 40% de los sólidos suspendidos y reducirá un 25% de DBO. (Ver plano de Tanque IMHOFF en Anexo F).

Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Se adopta un tiempo de retención de 12 Horas con un área de $39.3m^2$ para cada FAFA su profundidad total es de 2.1m y sus dimensiones son (a una relación largo-ancho= 3.5:1) de 3.35m y 11.7m respectivamente para cada filtro. Se usó un 90% de remoción DBO con esto cumple los requerimientos del decreto 33-95 ($36mgDBO/lit < 110mgDBO/lit$). (Ver plano de FAFA en Anexo F).

4.7 Evaluación ambiental.

El EIA (Estudio de Impacto Ambiental) del Proyecto Diseño de un "Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del casco urbano del municipio de San Sebastián de Yalí, es calificado como de baja intensidad ambiental. Debido a que todas las ventajas de un sistema de alcantarillado contrapesan las desventajas de un proyecto altamente costoso y difícil de construir, pero una vez realizado, San Sebastián de Yalí tendrá a un futuro lleno de trabajo, salud, prosperidad y bienestar.

Tabla 19. Fase de Construcción de las Obras para el Sistema de Alcantarillado Sanitario

Impactos	Cantidad	%
Altamente significativos		
Significativos		
Despreciables	211	63.65%
Benéficos	121	36.33%
Total de impactos	332	100%

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia que la mayor parte de impactos ocasionados por el proyecto al ambiente son despreciables 63.65%. No existen impactos altamente significativos ni significativos, debidos fundamentalmente a que los trabajos de construcción se efectuarán en área totalmente alterada que son las calles, donde la usencia biodiversidad es casi total.

Asimismo, se puede observar que los impactos benéficos que generara el proyecto, alcanzan un porcentaje considerable (32%), que se basan en las acciones constructivas de la infraestructura del relleno; que generan empleo, densidad, ingresos a la economía local.

Tabla 20. Fase de Operación del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Impactos	Cantidad	%
Altamente significativos		
Significativos		
Despreciables	114	32.17%
Benéficos	240	67.83%
Total de impactos	354	100%

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar el gran beneficio del proyecto en mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y reducción significativa en la contaminación de las fuentes de agua. (Ver Anexo C, Matrices de Leopold).

4.8 Plan de manejo ambiental.

4.8.1 Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales en la Fase de Construcción .

Fase de construcción.

Nombre de la Medida: Control de Polvo y Emisiones de Gases.

Tipo de Medida: Prevención.

Impactos a Controlar: Contaminación del Aire.

Etapas de Ejecución: Construcción.

Descripción de la Medida:

- ✓ La quema, sea para eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, de arbustos o maleza, en áreas desbrozadas si existe, o de otros residuos, serán aspectos sancionados, por atentar contra el ambiente.
- ✓ Se deberá impedir la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores a la atmósfera.
- ✓ Para los sitios de acopio de materiales, estos deben cubrirse con lonas u otro material que atenúe el efecto de los vientos.
- ✓ Los camiones y maquinaria pesada que circulen por caminos de tierra, disminuirán su velocidad con el fin de evitar generar una excesiva contaminación del aire con polvo (durante el transporte de los materiales).
- ✓ A fin de evitar la generación de polvo a la hora de la ejecución del trabajo, el contratista deberá regar agua sobre las superficies expuestas al tránsito vehicular y el área de construcción, mediante la utilización de carros cisternas.
- ✓ Controlar que las emisiones de gases contaminantes producidos por vehículos, de transporte pesado, maquinaria y otros, estén dentro de las normas establecidas.

- ✓ Se colocarán rótulos con frases preventivas y alusivas al tema de la prohibición de quema a cielo abierto en todos los frentes de trabajo.

Tiempo de ejecución: durante la construcción.

Responsable de la ejecución: Alcaldía municipal.

Fase de operación y mantenimiento.

Nombre de la Medida: Control de Polvo y Emisiones de Gases.

Tipo de Medida: Prevención.

Impactos a Controlar: Contaminación del Aire.

Etapas de Ejecución: Operación y mantenimiento.

Descripción de la Medida:

- ✓ Los equipos, materiales o maquinaria utilizados para el mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y las plantas de tratamiento., Se deberán producir emisiones de gases que estén dentro de los rangos establecido en las normas ambientales.
- ✓ Para los sitios de acopio de materiales, estos deben cubrirse con lonas u otro material que atenúe el efecto de los vientos.
- ✓ Controlar que las emisiones de gases contaminantes producidos por el sistema de alcantarillado en especial de las plantas de tratamiento y que estén dentro de las normas establecidas.
- ✓ Verificar el adecuado mantenimiento de sistema de Alcantarillado sanitario y de las plantas de tratamiento conforme a lo establecido en los manuales de operación y mantenimiento.
- ✓ Controlar que el personal responsable del mantenimiento del sistema de alcantarillado y en especial de la planta de tratamiento, esté protegido contra los riesgos de altas concentraciones de gases.

- ✓ Verificar la señalización de información y advertencia en las plantas de tratamiento.

Tiempo de ejecución: durante la operación.

Responsable de la ejecución: Alcaldía municipal de san Sebastián de Yalí.

Fase de operación y mantenimiento.

Nombre de la Medida: Control de Ruido.

Tipo de Medida: Prevención.

Impactos a Controlar: Degradación de la calidad sonora.

Etapas de Ejecución: Operación y Mantenimiento.

Descripción de la medida:

- ✓ Los niveles de ruido generados en la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado en especial de las plantas de tratamiento, serán controlados para no perturbar tanto a las poblaciones aledañas en la parte baja y a la fauna silvestre en su parte alta.
- ✓ Minimizar la generación de ruido proveniente del equipo y maquinaria utilizada para el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario en especial de las plantas de tratamiento.
- ✓ Minimizar la generación de ruido proveniente del equipo y maquinaria mediante el mantenimiento periódico, balanceo y calibración de las llantas, mantenimiento de ajuste a las piezas mecánicas.
- ✓ Señalizar adecuadamente las áreas de circulación de las plantas de tratamiento.
- ✓ Para reducir el ruido, realizar revestimientos con materiales resistentes que absorban los impactos en especial de las plantas de tratamiento (de ser el caso).

4.8.2 Programa de Educación y Concienciación Ambiental.

Fase de construcción.

Nombre de la Medida: Campaña de Educación Ambiental.

Tipo de Medida: Prevención – Protección.

Impactos a Controlar: Falta de conciencia ambiental.

Etapas de Ejecución: Construcción.

Descripción de la medida:

- ✓ Realizar actividades para fortalecer el conocimiento y respeto a la naturaleza y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra.
- ✓ Ejecutar una campaña de educación ambiental, con de charlas en establecimientos educativos y barrios sobre: la construcción, manejo y disposición final de las aguas servidas en especial de la ejecución del proyecto.
- ✓ El tema será diseñado y ejecutada por profesionales con experiencia
- ✓ Se elaborará material didáctico, de difusión, etc. para apoyar la campaña de educación ambiental.
- ✓ Se registrará las charlas de educación ambiental, donde se detallará el lugar, fecha, tema tratado, observaciones y lista de asistencia, conforme al siguiente modelo registro.

4.8.3 Programa de Manejo de Desechos.

Fase de construcción.

Medida de gestión.

Nombre de la Medida: Manejo de Desechos Sólidos.

Tipo de Medida: Prevención.

Impactos a Controlar: Inadecuado manejo de residuos.

Etapas de ejecución: Construcción.

Descripción de la medida:

- ✓ Para la recolección de desechos se utilizará recipientes, adecuados que serán ubicados en sitios estratégicos del frente de obra, para la clasificación de los desechos sólidos como se detalla en la figura.
- ✓ Los recipientes pueden ser metálicos de aceites lubricantes vaciados, lavados y acondicionados (pintados y rotulados) para cada función detallada.
- ✓ Los recipientes destinados para los residuos orgánicos no reciclables deberán contar con cubierta (tapa) con la finalidad de evitar el ingreso de agua y minimizar la proliferación de plagas.
- ✓ Los residuos orgánicos que no son reutilizables ni reciclables deben ser enviados en una volqueta debidamente tapado con lona para evitar el desbordamiento de los residuos a lugares o escombreras autorizados por el Gobierno Municipal.

Ilustración 24. Características de los Recipientes

RECIPIENTE	COLOR	RÓTULO	FUNCIÓN AL RESIDUO GENERADO
	VERDE	ORGANICOS NO RECICLABLES	Cáscaras de frutas, restos de comida, papel higiénicos
	AMARILLO	ORGANICOS RECICLABLES	Papel, cartón, maderas
	AZUL	INORGANICOS RECICLABLES	Material metálico: varillas de hierro, alambres, latas sin restos de aceite, grasas y pinturas.
	NEGRO	INORGANICO NO RECICLABLES	Filtros de aceite, textiles sucios de aceite, grasa, combustible y restos de aceite quemado

Fuente: (Manual de Evaluación del Impacto Ambiental, 1998)

4.8.4 Programa de Relaciones Comunitarias.

Fases de construcción operación y mantenimiento.

Nombre de la Medida: Información de las actividades del proyecto.

Tipo de Medida: Mitigación – Prevención.

Impactos a Controlar: Molestias a los pobladores.

Eta de ejecución: Construcción, Operación y Mantenimiento.

Descripción de la Medida:

La presente actividad deberá ser ejecutada por los encargados de obras, y se incluirán las siguientes acciones:

- ✓ Se darán a conocer a la comunidad los principales impactos y beneficios (generación de empleo y mejoramiento de la calidad de vida) que traerán consigo la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario y la planta de tratamiento al casco urbano del municipio.

- ✓ El encargado de la construcción del proyecto establecerá un sistema de comunicación adecuada con la población del área de influencia directa, mediante el cual se les informe eventualmente sobre los diferentes aspectos del proyecto.
- ✓ Colocación, previamente al inicio de la obra, dos rótulos informativos ubicados en el área de influencia, el cual deberá contener como mínimo lo siguiente:
 1. Nombre de la obra.
 2. Nombre de la Entidad Contratante.
 3. Nombre de las Entidades Financieras de la Obra.
 4. Duración de la Obra.

4.9 Presupuesto.

FORMATO PRESUPUESTO				
SISTEMA ALCANTARILLADO SANITARIO Y PTAR ZONA CENTRAL CASCO URBANO SAN SEBASTIAN DE YALI MUNICIPIO DE JINOTEGA				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	C.TOTAL
RED SANITARIA		5992.238	914.16	5,477,849.02
TUBERIA PVC DE 100 MM		437.40	382.01	167092.76
TUBERIA PVC DE 150 MM	ml	3451.2	906.37	3128101.67
TUBERIA PVC DE 200 MM	ml	328.22	1058.98	347578.60
TUBERIA PVC DE 250 MM	ml	185.77	2102.10	390507.04
TUBERIA PVC DE 350 MM	ml	177.46	2795.27	496049.07
TUBERIA ACERO DE 200 MM	ml	30.73	3150.72	96821.53
TUBERIA ACERO DE 250 MM	ml	28.53	3890.89	111007.15
LINEA DE CONDUCCION CARCAMO-PTAR	ml	1352.88	547.49	740691.21
POZOS DE VISITA	c/u	123	22260.07	2737988.27
CAJAS DE INSPECCION	c/u	15	3873.00	58095.00
CARCO DE BOMBEO	c/u	2	115563.97	231127.93
PLANTA DE TRATAMIENTO	c/u	1		2,934,380.69
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS			C\$	11,374,225.51
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			C\$	16,265,142.48
ADMINISTRACION Y UTILIDADES			C\$	813,257.12
SUB-TOTAL			C\$	28,452,625.12
VALOR AGREGADO			C\$	4,267,893.77
IMPUESTOS			C\$	284,526.25
TOTAL DE COSTOS			C\$	33,005,045.14
TOTAL DE COSTOS USS			U\$	1,222,409.08

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo. v

Capítulo. V

5 Recomendaciones y especificaciones técnicas⁹.

Se recomienda la actualización del levantamiento topográfico del casco urbano del municipio al momento de la construcción. Esto es debido a que las condiciones topográficas pueden variar entre el período de aprobación del proyecto y la ejecución del mismo.

5.1 Calidad de Tubos y Accesorios de PVC.

Todos los tubos y accesorios de PVC deberán ajustarse a las especificaciones ASTM boletín D-3034- 74. Los requerimientos y dimensiones de todos los tubos deberán ajustarse a cada diseño, se utilizarán las dimensiones que aparecen en las tablas de la sección.

Se deberá tomar en cuenta la siguiente guía para realizar adecuadamente las juntas cementadas:

1. Preparar la operación reuniendo los siguientes materiales: tubo de PVC con extremos lisos, conexión con campana para cementar, limpiador, cemento, brocha, trapo limpio o estopa, marcador, solvente y recipiente para lavar la brocha.
2. Prueba de ajuste: sin utilizar cemento, introducir el extremo del tubo en la campana hasta que tope y dibujar una línea con el marcador.
3. Limpieza: se deberá limpiar el interior de la campana y el extremo liso del tubo con el trapo impregnado de limpiador.
4. Pegado: aplicar rápidamente el pegamento sin “exceder” con la brocha en el interior de la campana y en el extremo liso del tubo sin.
5. Acople: se debe introducir el tubo en la campana con un movimiento firme y parejo, girándolo $\frac{1}{4}$ de vuelta para asegurar la uniformidad del cemento en toda el área y mantener la unión inmóvil durante 1 ó 2 minutos.

⁹ (Normas técnicas para el diseño y construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, 1998)

6.- Limpieza del cemento: con un trapo se debe limpiar el excedente de cemento formado durante el acople, así como cualquier mancha o escurrimiento presente.

5.2 Uniones a pozos de visita.

Para unir la tubería de PVC a los pozos de visita pueden utilizarse el siguiente método:

Incrementando la adherencia entre ambos con la aplicación de un anillo de cemento solvente al tubo y luego aplicándole arena y cemento. Esto permitirá la formación de una sección rugosa apta para adherirse al concreto.

Compactación.

Cada capa de relleno se compactará a un peso volumétrico seco no menor del 85% del peso máximo obtenido de la manera recomendada en las especificaciones ASTM D698-58T. En zanjas donde se requiera el reemplazo del pavimento o adoquinado, estas se compactarán a un peso volumétrico seco no menor del 95% del peso volumétrico seco máximo.

5.3 Colocación de la tubería.

Para instalar la tubería deben utilizarse implementos, herramientas y equipo adecuado para evitar daños a la misma. Bajo ninguna circunstancia, debe lanzarse la tubería y los accesorios a la zanja. Las campanas deben colocarse en dirección aguas arriba, y la instalación comenzarse de la parte baja hacia la parte alta.

En el acople de los tubos no se requieren herramientas especiales, éste se puede hacer manualmente o bien utilizando un taco de madera y una barra para hacer palanca.

La unión de los tubos será pegada, este tipo de unión es segura, fácil y de rápida instalación. Cuando se interrumpa la instalación de la tubería debe colocarse tapones en las aberturas para evitar la entrada de agua, tierra o cualquier material ajeno a la tubería. Para rellenar las zanjas con las tuberías ya colocadas, se aconseja compactar los primeros treinta centímetros en forma manual, pudiendo utilizar para la parte superior de la zanja compactadoras mecánicas.

La primera capa deberá ser de material fino, arena o material selecto, el resto de relleno se hará con el mismo material que se excavó. En caso de que sea necesario instalar una sección corta de tubería, ésta puede ser cortada con una cierra, debiéndose luego hacer el bisel a 15° y con una profundidad igual a la mitad del espesor de pared del tubo.

5.4 Operación y mantenimiento.

5.4.1 Operación, Mantenimiento de las Redes.

El atascamiento en las colectoras, siempre es una constante que se tiene que solucionar de forma inmediata. Estas reparaciones bien pueden ser efectuadas por cuadrillas de mantenimiento conformadas por usuarios o bien por cuadrillas de operación y mantenimiento de ENACAL; en ambos casos siempre es necesario contar con herramientas, maquinaria y equipo especial adecuado para la limpieza de las tuberías.

5.4.2 Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.

Una vez que alcance el estado operacional normal se considera en dos elementos principales, operación rutinaria y mantenimiento que a su vez se divide en preventivo y correctivo.

5.4.3 Puesta en marcha del sistema de tratamiento.

El arranque de los tanques IMHOFF y los filtros anaerobios de flujo ascendente puede presentar problemas de calidad de los efluentes, debido a que las poblaciones de microorganismos responsables del tratamiento toman tiempo en desarrollarse. Teniendo eso en cuenta se pueden tomar algunas precauciones muy sencillas para evitar complicaciones.

- ✓ Si el sistema se ha diseñado para una población superior a las actuales se debe poner en marcha solo una parte del mismo.
- ✓ Los tanques IMHOFF y los filtros de flujo ascendentes deben llenarse inicialmente con agua del cuerpo receptor o de inyección de lodos de unidades

en funcionamiento esto con el fin de crear condiciones hidráulicas y anaerobias antes de la llegada de las aguas residuales, lo cual permitirá acelerar el desarrollo de la población de microorganismos y estabilizar la operación del sistema más rápidamente.

- ✓ Las estructuras deberán llenarse de aguas lo más pronto posibles para evitar el agrietamiento en las paredes.

Operación rutinaria.

- ✓ Limpieza de la reja: consiste en retirar de las rejillas los materiales flotantes que se acumularon en las 12 horas de operación, dejarlos escurrir en la bandeja de ranura que se encuentra en la parte superior de la reja y luego trasladarlos. Los operadores deberán llevar un registro de los volúmenes de materiales extraídos de las rejillas.
- ✓ Chequeo y medición de caudales en los canales Parshall: esta actividad deberá realizarse tres veces por día (8 AM, 12 M, 6PM). De este chequeo los operadores deberán llevar un registro donde indiquen hora de la lectura y caudal instantáneo leído.
- ✓ Secado de lodos: los lodos una vez extraídos de las tolvas serán conducidos hasta los lechos de secado. Una vez secado los lodos, estos deberán retirarse de los lechos de secado y mezclarse con el suelo natural de las áreas verdes del predio de tratamiento para contribuir en la recuperación de los nutrientes del suelo.
- ✓ Purga de lodos de los tanques IMHOFF: esta actividad deberá realizarse cada 40 días, no obstante, se recomienda chequear los niveles de lodos en los compartimientos de sedimentación y tolvas de la siguiente forma, se introduce una regla milimetrada con una toalla blanca fijada a un lado de la regla si la toalla se obscurece hasta llegar a una marca mayor a 1.5 m es el indicador para realizar la purga de las tolvas del compartimiento de digestión de lodos.

5.4.4 Mantenimiento preventivo.

Las operaciones de mantenimiento preventivo son una serie de actividades que permitirá al sistema trabajar sin interrupciones durante el periodo de diseño las cuales se describen a continuación:

Limpieza del predio: se realizará 4 veces por año y consiste en rozar el área total del predio y limpieza de todo tipo de maleza y escombros encontrados.

Chequeo de la infraestructura.

Actividad a realizarse cada 5 años y consiste en una revisión de toda la instrumentación dando especial cuidado a los accesorios metálicos, (rejas compuertas válvulas, etc.)

Lavado del lecho filtrante.

Esta operación se programa para realizarse cada dos años y consiste en sacar de operación una de las unidades de filtración lo cual no significa interrumpir de toda la unidad ya que el tanque IMHOFF seguirá operando y el tratamiento secundario lo realizará el filtro anaerobio contiguo, cerrando la válvula de flujo al filtro. Luego del lavado el material filtrante, se volverá a colocar el material de acuerdo a las especificaciones iniciales de construcción, abriendo la válvula de entrada al filtro.

De la misma manera se realizará para el tanque IMHOFF la programación del mantenimiento debe estar basada en la información necesaria tal como longitudes y diámetro de las redes de cada barrio, así como el tipo y cantidad de dispositivos de limpieza.

Capítulo. VI

Capítulo. VI

6 Conclusiones.

El Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la zona central del casco urbano en el municipio de san Sebastián de Yalí departamento de Jinotega, permitirá atender las condiciones básicas de estos pobladores mejorando su calidad de vida.

Debe entenderse que el proyecto de alcantarillado sanitario es parte crucial de un buen desarrollo social y es necesario considerar muy bien su diseño, construcción, control y mantenimiento para no causar daños a largo plazo en el sistema ecológico circundante.

El sistema de redes alcantarillas fue concebido originalmente para drenar por gravedad, sin embargo, debido a la topografía irregular de la ciudad, se diseñaron dos cárcamos de Bombeo ubicadas estrictamente en los sectores necesarios.

El SOFTWARE SEWERCAD fue utilizado para revisar el diseño que se realizó en Excel, éste se utilizó como base principal para la evaluación de posibles fallos. Los datos obtenidos por el paquete SEWERCAD resultaron ser similares a los datos del programa EXCEL, notándose pequeñas diferencias en las velocidades.

El terreno en donde se construirá el tratamiento será irrecuperable, ya que una vez construido el sistema, estos sólo servirán para el propósito establecido. Poseen la misma suerte los terrenos ocupados en la ciudad por las tuberías, casetas de bombeo, pozos de visita o cualquier otra estructura.

Se propuso y diseñó como Sistema de tratamiento un sistema de Tanque IMHOFF y Filtro anaerobio de flujo ascendente debido a la eficiencia de remoción de elementos nocivos para la salud y por sus bajos costos de construcción, operación y mantenimiento. El área total requerida para la construcción de la planta de tratamiento es de 0.45 ha aproximadamente.

El sitio de tratamiento se ubicó en la parte sur oeste más baja cercana al casco urbano del municipio a 1000 mts aproximadamente.

En la evaluación ambiental efectuada se puede establecer que los impactos negativos despreciables son mitigables y/o remediables, para los cuales existen alternativas tecnológicas o soluciones ambientales apropiadas, mientras que los impactos positivos son importantes para el desarrollo social y ambiental de la zona de influencia de la población en general; por lo que el proyecto se convierte en **ambientalmente viable**. Para el efecto, se deberá tomar en cuenta todo lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental.

Se recomienda realizar pruebas para determinar la calidad de aguas subterráneas, así como para determinar las características importantes del suelo (permeabilidad, granulometría, capacidad de soporte, pesos específicos, etc.) en el que serán colocadas las tuberías y construido el tratamiento.

El proyecto no entorpece la vida animal y humana de una forma directa. Es decir, en ausencia de accidentes y malos funcionamientos, el proyecto más bien aceleraría el desarrollo del casco urbano del municipio y las cargas orgánicas ya tratadas no afectarían la salud del río ni de sus habitantes.

Las compensaciones y reveses que el proyecto podría brindar, se pueden resumir de la siguiente forma:

- ✓ Debido a su buen diseño, excelente construcción, buen control y mantenimiento, el proyecto podría mejorar la calidad de vida sin afectar la flora y fauna circundante.
- ✓ Debido a todo lo contrario en el inciso anterior, esto sumado a políticas negligentes por parte de las autoridades y la mala cultura de la limpieza de los ciudadanos, el proyecto agravaría el daño ambiental existente, es decir, el realizado por los pobladores en todos estos años.

Bibliografía

- Agua, C. N. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Carcamo de bombeo para alcantarillado, funcionalidad e hidraulico* (Primera ed.). (S. d. Naturales, Ed.) Mexico, DF, Coyoacan, Mexico. Recuperado el Enero de 2015, de www.cna.gob.mx
- BRIONES, G., RESTREPO GÓMEZ, B., & et al. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Bogotá, Colombia: ARFO Editores e Impresores Ltda.
- CAPÍTULO V. PRESUPUESTO GENERAL Y PLAN DE MANTENIMIENTO. (s.f.). En *Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Propuesta para el Tratamiento de las Aguas Residuales de la Zona Urbana del Municipio de Uluazapa Departamento de San Miguel*.
- Carter, L. (1998). *Manual de Evaluación del Impacto Ambiental* (Segunda Edición (Primera en Español) ed.). España: McGraw Hill/Interamericana de España.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Coyoacán, México.
- Eddie M. Gonzalez. (2010). *Ingeniería del agua - Manual Introductorio*. Esteli - Nicaragua.
- ENACAL. (1998). *Normas técnicas para el diseño y construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Managua, Nicaragua. Obtenido de www.enacal.gob.ni
- Galvis, A., Cardona, D., & Bernal, D. (2005). *Modelo de selección de tecnología para el control de contaminación por aguas residuales domésticas*. Cali - Colombia.
- Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado lima 2005 organización panamericana para la salud*. (s.f.).
- Hernández Meléndrez, E. (2006). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, Cómo escribir una tesis*.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2006). *Compendio de estadísticas vitales*.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. (s.f.). *Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales*. Managua, Nicaragua.
- Maskew, G., Geyer, J. S., & Okun, D. A. (s.f.). *Ingeniería sanitaria y de aguas residuales* (Vol. I).
- Metcalf y Eddy. (1981). *Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales*. Labor, S.A.
- NOGALES SORIA, S. F., & QUISPE ARICOMA, D. T. (2009). *MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO DE "DISEÑO Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES" PARA LA MATERIA DE INGENIERÍA SANITARIA II*. COCHABAMBA – BOLIVIA.

OPS/CEPIS. (1991). *Manual de disposicion de aguas reciduaes, origen, descarga, tratamiento y anlicis de agas residuales* (Vol. II). Lima, Peru: Revert.

OPS/CEPIS. (2005). *Guia para el diseño de tanques septicos, tanques Imhoff y laguna de estabilizacion*. Lima.

PRESUPUESTO Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO. (s.f.).

R, B. (2003). *Control de reactores anaerobios paramtros y procedimientos*. Sevilla.

Ramos Ponce, N., & Rousseau Renevier, X. (2011). *GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE TESIS*. Guadalajara, Jalisco.

Ritman, Strubler, & et al. (s.f.). *Anaerobic Filter Pretreatment kinectis of enviroment engineering division of asce*.

Rodriguez Cordoba, R. (s.f.). *Manual de evaluacion de impacto ambiental*. Managua, Nicaragua.

Saez R., P. (s.f.). *Filtros anaerobicos, una forma de descontaminar y producir energia* (Vol. II). Chile.

TERÁN, I. J. (s.f.). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO*. Veracruz, Mexico.

ANEXO A Cálculos

1) Diseño Cárcamo de bombeo

Diseño de pozo húmedo y bomba 1

Caudal de diseño: $13.539 \text{ lt/s} = 0.81 \text{ m}^3/\text{min}$

Caudal medio: $0.21 \text{ m}^3/\text{min}$

Numero de bombas: 2

Tiempo mínimo de ciclo de bombeo: 10 min

Capacidad de bombeo:

$$\text{Capacidad} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{numero de bombas}}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{0.81 \text{ m}^3/\text{min}}{2} = 0.406 \text{ m}^3/\text{min}$$

Volumen útil del pozo húmedo:

$$V_u = \frac{\theta q}{4}$$

$$V_u = \frac{(10 \text{ min})(0.406 \text{ m}^3/\text{min})}{4} = 2.03 \text{ m}^3$$

Volumen efectivo:

$$V_f = \theta * Q_{\text{medio}}$$

$$V_f = 10 \text{ min} * 0.21 \text{ m}^3/\text{min} = 2.09 \text{ m}^3$$

Área del pozo húmedo

Longitud: 6m

Base: 2m

Espesor de pared: 15cm

El pozo húmedo cuenta con un área considerablemente grande para evitar profundizar debido a que la descarga de la tubería se profundiza para cumplir el criterio de tensión de arrastre.

$$\text{Area util} = (6\text{m} - 0.15\text{m}) * (2\text{m} - 0.15\text{m}) = 10.8225\text{m}^2$$

Alturas del nivel de agua

$$\text{Altura nivel minimo} - \text{maximo} = V_u / \text{Area util}$$

$$\text{Altura nivel minimo} - \text{maximo} = 2.03\text{m}^3 / 10.8225\text{m}^2 = 0.188\text{m}$$

$$\text{Altura nivel Fondo} - \text{medio} = V_f / \text{Area util}$$

$$\text{Altura nivel Fondo} - \text{medio} = 2.09\text{m}^3 / 10.8225\text{m}^2 = 0.1933\text{m}$$

$$\text{Altura nivel Fondo} - \text{minimo} = \text{nivel minimomaximo} - (\text{nivel Fondomedio} / 2)$$

$$\text{Altura nivel Fondo} - \text{minimo} = 0.188\text{m} - (0.1933\text{m} / 2) = 0.091\text{m}$$

La profundidad total del pozo húmedo es de 5.802m, el borde libre entre la tubería de descarga y el nivel máximo de agua es de 10cm por seguridad.

El cárcamo utiliza dos bombas sumergibles por lo tanto no calcularemos el diámetro de succión.

Altura geométrica de elevación:

$$h_d = 835.00\text{msnm} - 836.405\text{msnm} = -1.45\text{m}$$

Altura geométrica total:

$$H_{\text{geototal}} = -1.45\text{m}$$

Perdida en la descarga por fricción:

$$h_f = \left(\frac{10.7Q^{1.85}L}{C^{1.85}D^{4.87}} \right)$$

$$h_f = \left(\frac{10.7(0.01354 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}(788.51\text{m})}{(150)^{1.85}(0.15)^{4.87}} \right) = 2.86\text{m}$$

Altura de velocidad:

$$\text{Altura velocidad} = \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{Altura velocidad} = \frac{(0.05\text{m/s})^2}{2(9.81\text{m/s}^2)} = 0.00012\text{m}$$

Perdidas localizadas

Tabla 21. Perdidas localizadas

Accesorio	Cantidad	Perdida (m)	Total perdida (m)
Codo 90	3	5.5	16.5
Codo 45	14	3	42
Tee	1	13	13
Válvula checka	1	1.4	1.4
Total			72.9

(Ver anexo: Tabla 36. Perdidas localizadas)

$$h_m = k \frac{V^2}{2g}$$

$$h_m = 72.9 * 0.0012 = 0.009m$$

Altura manométrica total:

$$H_D = h_d + h_f + h_m$$

$$H_D = 1.41m + 2.86m + 0.009m = 1.42m$$

$$H_T = H_D + \frac{V^2}{2g}$$

$$H_T = 1.42m + 0.00012 = 1.42m$$

Velocidad especifica:

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

$$N_s = \frac{750RPM\sqrt{0.01354 \text{ m}^3/s}}{(1.42m)^{3/4}} = 517.42$$

Potencia del motor:

$$P_a = c \frac{W * Q * H}{75n}$$

$$P_a = 1.25 \frac{1kg/dm^3 * 13.539 \text{ lt/s} * 1.42m}{75(80\%)} = 0.40CV \cong 0.40Hp$$

Diseño de pozo húmedo y bomba 2

Caudal de diseño: $8.45 \text{ lt/s} = 0.51m^3/min$

Caudal medio: $0.15m^3/min$

Numero de bombas: 2

Tiempo mino de ciclo de bombeo: 10 min

Capacidad de bombeo:

$$Capacidad = \frac{Q_{diseño}}{\text{numero de bombas}}$$

$$Capacidad = \frac{0.51m^3/min}{2} = 0.254m^3/min$$

Volumen útil del pozo húmedo:

$$V_u = \frac{\theta q}{4}$$

$$V_u = \frac{(10min)(0.254m^3/min)}{4} = 1.27m^3$$

Volumen efectivo:

$$V_f = \theta * Q_{medio}$$

$$V_f = 10min * 0.15m^3/min = 1.54m^3$$

Área del pozo húmedo

Longitud: 6m

Base: 2m

Espesor de pared: 15cm

$$\text{Area util} = (6m - 0.15m) * (2m - 0.15m) = 10.8225m^2$$

Alturas del nivel de agua

$$\text{Altura nivel minimo - maximo} = V_u / \text{Area util}$$

$$\text{Altura nivel minimo - maximo} = 1.27m^3 / 10.8225m^2 = 0.117m$$

$$\text{Altura nivel Fondo - medio} = V_f / \text{Area util}$$

$$\text{Altura nivel Fondo - medio} = 1.54m^3 / 10.8225m^2 = 0.142m$$

$$\text{Altura nivel Fondo - minimo} = \text{nivel minimomaximo} - (\text{nivel Fondomedio}/2)$$

$$\text{Altura nivel Fondo - minimo} = 0.117m - (0.142m/2) = 0.046m$$

La profundidad total del pozo húmedo es de 6.7m, el borde libre entre la tubería de descarga y el nivel máximo de agua es de 15cm por seguridad.

El cárcamo utiliza dos bombas sumergibles por lo tanto no calcularemos el diámetro de succión.

Altura geométrica de elevación:

$$h_d = 835.00\text{msm} - 833.528\text{msm} = 1.43\text{m}$$

Altura geométrica total:

$$H_{\text{geototal}} = -2.6\text{m}$$

Perdida en la descarga por fricción:

$$h_f = \left(\frac{10.7Q^{1.85}L}{C^{1.85}D^{4.87}} \right)$$
$$h_f = \left(\frac{10.7(0.00845 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}(564.37\text{m})}{(150)^{1.85}(0.15)^{4.87}} \right) = 6.16\text{m}$$

Altura de velocidad:

$$\text{Altura velocidad} = \frac{V^2}{2g}$$
$$\text{Altura velocidad} = \frac{(0.03\text{m/s})^2}{2(9.81\text{m/s}^2)} = 0.00023\text{m}$$

Perdidas localizadas

Tabla 22. Perdidas localizadas

Accesorio	Cantidad	Perdida (m)	Total perdida (m)
Codo 90	4	5.5	22
Codo 45	9	3	27
Tee	1	13	13
Válvula checka	1	1.4	1.4
Total			63.4

(Ver anexo: Tabla 36. Perdidas localizadas)

$$h_m = k \frac{V^2}{2g}$$

$$h_m = 63.4 * 0.00023 = 0.015m$$

Altura manométrica total:

$$H_D = h_d + h_f + h_m$$

$$H_D = 1.43m + 6.16 + 0.003m = 7.6m$$

$$H_T = H_D + \frac{V^2}{2g}$$

$$H_T = -7.6m + 0.00023 = 7.6m$$

Velocidad específica:

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

$$N_s = \frac{750RPM\sqrt{0.00845 \text{ m}^3/s}}{(3.53)^{3/4}} = 116.16$$

Potencia del motor:

$$P_a = c \frac{W * Q * H}{75n}$$

$$P_a = 1.25 \frac{1\text{kg/dm}^3 * 8.450 \text{ lt/s} * 3.53m}{75(80\%)} = 1.32Hp$$

Para el cálculo de los gastos de energía anuales y gasto anual equivalente se presenta.

Tomando en cuenta que:

Tasa de interés del banco=8%

Kw/h=2.54 córdobas.

Em:75% eb=80%

$$CAT = Crf * Vpe; \quad Crf = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CAE = \frac{C * tb * Hf * \frac{kw}{h} * 365días}{3960 * em * eb}$$

Costo anual Equivalente = CAEq = CAE + CAT; el mínimo valor indica el diámetro comercial más económico para tales longitudes.

Q(lps)	D(pulg)	L(m)	Vp(cs)	crf	CAT	CAE	CAEq
13.539	6	788.51	700	0.102	16970.312	3851.11	17081.32
8.45	4	564.11	211	0.102	40296.018	5150.99	45447.07

Pretratamiento.

Canal de entrada.

Q_{max}: 0.0061 m³/s

Rugosidad del concreto (n): 0.013

Borde libre (BL): 25 cm

Altura del agua en el canal: 0.1m

Ancho del canal (B): 0.2m

Pendiente en el fondo del canal (S): 0.1%

El canal se diseñó con el criterio de máxima eficiencia por prueba y error hasta cumplir el criterio $M=K$

Dónde:

- M: Constante de maning
- K :Factor de sección

Base y la altura de agua propuestas B: 0.19m, y: 0.1m

Área de la sección transversal: $b * y$

$$A = (0.18 * 0.1) = 0.019 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado: $b + 2y$

$$P = (0.2 + (2 * 0.1)) = 0.39\text{m}$$

Radio Hidráulico: A / P

$$R = 0.02\text{m}^2/0.39\text{m} = 0.049\text{m}$$

Velocidad: $1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$

$$V = (1/0.013) * (0.05m^{0.666}) * (0.1^{0.5}) = 0.32m/S$$

Constante de manning:

$$M = Qn/S^{1/2}$$

$$M = \frac{0.0061 * 0.013}{0.1^{1/2}} = 0.0025$$

Factor de sección:

$$K = AR^{2/3}$$

$$K = (0.02 m^2)(0.047^{0.666}) = 0.0025$$

Como $M=K$ cumple con el criterio de diseño

Dimensiones finales del canal

$$Ancho = 0.2m$$

$$Altura = BL + y = 0.35m$$

Debido a las velocidades que llevan las aguas residuales trasladadas por los cárcamos de bombeo, se aumenta el ancho del canal para así disminuir la velocidad con la que llegue el flujo.

Rejas de limpieza

Condiciones de las rejas

Velocidad de aproximación a través de la reja: 0.3 m/s

Área útil efectiva:

$$Au = \frac{Q_{\text{máx}}}{V}$$

$$Au = \frac{0.0061m^3/s}{0.3m/s} = 0.02m^2$$

Eficiencia (E):

Tipo de rejas:

Finas de 1 a 2 cm; $t = 3/8''$ a $3/4''$

Medianas $a = 2$ a 4 cm; $t = 3/4''$ a $1/2''$

Gruesas $a = 4$ a 10 cm; $t = > 1/2''$

a: separación entre barras; t: espesor de las barras. (Ver anexo: Tabla 39. Abertura entre barras)

$$E = a / (a + t)$$

$$E = \frac{0.035}{(0.035 + 0.0127)} = 0.73\%$$

Sección de flujo a través de la reja (S):

$$At = \frac{Au}{E}$$

$$At = \frac{0.02}{0.73} = 0.03\text{m}^2$$

Velocidad aguas arribas en la reja:

$$V_r = V * E$$

$$V_r = 0.3 \text{ m/s} * 0.73 = 0.22\text{m/s}$$

Perdidas por velocidad:

$$H_{fo} = 0.54 * (v^2/2g)$$

$$H_{fo} = 0.54 * \left(\frac{0.3\text{m/s}}{2 * 9.18\text{m}^2/\text{s}} \right) = 0.0025\text{m}$$

Pérdidas: el nivel de las aguas arriba es determinado por el nivel de agua de la unidad o canal subsiguiente o por la pérdida de carga en la reja: $H_{fo} < 0.30$ m.

Fórmula de Kirschmer (barras limpias):

$$H_{fo} = K * (t/a)^{1.33} * (v^2/2g) * \text{Sen}\theta$$

$$H_{fo} = 1.79 * \left(\frac{0.0127}{0.035}\right)^{1.33} * \frac{(0.22\text{m/s})^2}{2 * 9.18\text{m}^2/\text{s}} * \text{Sen}45 = 0.001$$

Hfo: pérdida de carga en metros

k: factor que depende de la forma de la sección:

- ✓ Rectangular k= 2.42
- ✓ Circular k = 1.79

g: la gravedad;

θ: ángulo que las barras forman con la horizontal (40°-60°).

v: velocidad aguas arriba

Fórmula de Metcalf:

$$H_{fo} = 1.43 * ((V^2 - v^2)/2g)$$

$$H_{fo} = 1.43 * \frac{(0.3\text{m/s}^2 - 0.22\text{m/s}^2)}{2 * 9.18\text{m}^2/\text{s}} = 0.003\text{m}$$

Vr: velocidad a través de las barras (0.30–0.60 m/s)

.v: velocidad aguas arriba de la reja, v = V * E

El valor que se toma es el más alto de las dos condiciones del proceso.

De las tres pérdidas calculadas se toma la mayor hf1=0.03m

Pérdida de carga parcialmente obstruida

$$H_f = \{E/[((100 - O)/100) * E]\}^2 * hf1$$

$$H_f = \{0.73/[((100 - 75)/100) * 0.73]\}^2 * 0.003 = 0.0484\text{m}$$

E: relación de área abierta con reja limpia

Eo: relación área abierta bajo la condición parcialmente obstruida

Tirante del caudal en la reja:

$$Y = y_1 + H_f + BL$$

$$Y = 0.1 + 0.003 + 0.0484\text{cm} = 0.151\text{m}$$

BL: borde libre, se puede considerar de 0.25 m como mínimo.

Volumen de material retenido (R):

$$R = Q * r$$

$$R = \frac{(0.0061\text{m}^3/\text{s} * 0.012\text{lt}/\text{m}^3)}{1000} * 86400 = 0.0021\text{m}^3/\text{dia}$$

Desarenador.

Paso directo: debe existir siempre una tubería de paso directo hacia el tratamiento primario.

- ✓ Relación longitud a ancho: con el fin de aproximarse más al flujo en pistón, se recomienda un tanque rectangular de longitud a ancho (L/B) entre 3/1 y 5/1.
- ✓ Profundidad de almacenamiento de lodos: se adopta una profundidad de 0.4 metros
- ✓ Las pendientes del fondo deben estar comprendidas entre el 1% y el 10% con el fin de que los lodos rueden fácilmente hacia la tubería de desagüe y la labor de limpieza manual sea segura para los operarios.

Datos

Se escogió un desarenador tipo 2, dos tanques en serie. (Ver anexo: Tabla 37. Relación a/t para diferentes tipos de desarenadores)

La velocidad de sedimentación se definió con respecto al tamaño de la partícula a sedimentar. (Ver anexo: Tabla 38. Diámetros de partículas y velocidades de sedimentación)

Tiempo de sedimentación de la partícula.

Suponiendo la profundidad útil $H=0.7\text{m}$, el tiempo que tardará la partícula de 0.2mm al llegar al fondo sería:

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{0.7\text{m}}{0.021\text{m/seg}} = 33.33\text{seg}$$

El período de retención hidráulico será:

$$\theta = 2.325 * t$$

$$\theta = 2.33 * 33.33\text{s} = 85\text{seg}$$

Cumple el rango establecido por la NTON $45 \leq q \leq 90$

Volumen del Tanque desarenador:

$$V = Q * \theta$$

$$V = 0.0061\text{m}^3/\text{s} * 85\text{seg} = 0.52 \text{ m}^3$$

Area superficial:

$$A_s = V / H$$

$$A_s = 0.52\text{m}^3 / 0.7\text{m} = 0.75\text{m}^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{5}}$$

$$B = \sqrt{\frac{0.75\text{m}^2}{5}} = 0.39 = 0.4\text{m}$$

De donde las dimensiones del tanque serán: L: B = 5:1

$$L = 5 * 0.4 = 2\text{m}$$

La carga hidráulica superficial será:

$$q = \frac{Q}{As}$$

$$q = \frac{0.0061\text{m}^3/\text{seg}}{0.75\text{m}} = 0.00824 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{s}$$

Calculo de la velocidad horizontal:

$$V_h = Q/W = (q * L)/H$$

$$V_h = 0.824 \text{ cm}^3/\text{cm}^3 * \text{s} * 2\text{m})/.7\text{m} = 2.35\text{cm}/\text{seg}.$$

La velocidad horizontal máxima:

$$V_{h\text{máx}} = 20 * V_s = 20 * 0.21\text{cm}/\text{s} = 42 \text{ cm}/\text{s}$$

$$V_h < 20 V_s$$

$$1.67\text{cm}/\text{s} < 42\text{cm}/\text{s}$$

Cálculo de los elementos del desarenador.

Vertedero de salida:

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84 * B}\right)^{0.666}$$

$$H_v = \left(\frac{0.0061\text{m}^3/\text{seg}}{1.84\text{m} * 0.4\text{m}}\right)^{0.6666} = 0.042\text{m}$$

Velocidad del vertedero de salida:

$$V_v = \frac{Q}{B * H_v}$$

$$V_v = \frac{0.0061 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.3 \text{ m} * 0.041 \text{ m}} = 0.38 \text{ m/s} > 0.3 \text{ m/s}$$

La velocidad sobre la cresta del vertedero debe ser en teoría mayor de 0.3 m/s para poder aplicar en rigor la ecuación del alcance horizontal de la vena vertiente.

Ahora

$$X_s = 0.36 * V_v^{2/3} + 0.6 * (H_v^{0.57})$$

$$X_s = 0.36 * 0.37^{2/3} + 0.6 * (0.041^{0.57}) = 0.287 \text{ m}$$

Volumen de arena retenido:

$$V_{ar} = [(S_s * E * Q * 86,400) / (1,000,000 * g * S)] * T$$

$$V_r = [11 \text{ mg/lt} * 80\% * 0.0061 \text{ m}^3/\text{s} * 86,400 / 1,000,000 * 2 * \frac{65 \text{ g}}{\text{cm}^3} * 1\%] * 1 \text{ dia}$$
$$= 0.0587 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Pantalla de Salida.

Profundidad:

$$H/2 = 0.95/2 = 0.475 \text{ m}$$

Distancia al vertedero de salida:

$$15 H_v = 15 * 0.041 = 0.63 \text{ m}$$

Pantalla de Entrada.

Profundidad:

$$H/2 = 0.95/2 = 0.475 \text{ m}$$

Distancia a la cámara de quietamiento:

$$L/4 = 0.5 \text{ m}$$

Cámara de Quietamiento:

Profundidad

$$H/3 = 0.95/3 = 0.32 \text{ m}$$

Ancho

$$B/3 = 0.4 / 3 = 0.13 \text{ m}$$

Largo (adoptado): 1.00 m

Almacenamiento de lodos

Profundidad máxima: 0.4m

Distancia del punto de salida a la cámara de quietamiento

$$L/3 = 2/3 = 0.66\text{m}$$

Distancia de salida al vertedero de salida

$$2L/3 = 2 * 2/3 = 1.3 \text{ m}$$

CANALETA DE AFORO PARSHALL.

Se usará un ancho de garganta de (0.08m=0.26'), para un caudal de máximo de 6.14lt/s. (ver anexo: *Tabla 40. Dimensiones y capacidad del canal PARSHALL, para distintos anchos de garganta*)

Reactores

Tanque IMHOFF

Tabla 23. Datos de entrada IMHOFF

Datos de entrada			
Población	N	2106	Hab
Dotación	DOT	105	L/HAB.DIA
Retorno		80	%
Periodo de retención	T	2	horas
Numero de tanques	N	2	unidad

Caudal de diseño

$$QP = \frac{1,053\text{hab} * 105\text{lt/hab/dia}}{1000} * 0.8 = 88.45\text{m}^3/\text{dia}$$

Área del sedimentador

$$As = \frac{3.69\text{m}^3/\text{h}}{1.35\text{m}^3/(\text{m}^2 * \text{h})} = 2.73\text{m}^2$$

Carga superficial (ver en anexo: tabla 41 información típica para tanques Imhoff)

Volumen del sedimentador

$$Vs = 3.69\text{m}^3/\text{h} * 2\text{h} = 7.38\text{m}^3$$

Retención Hidráulica (ver en anexo: tabla 41 información típica para tanques imhoff)

Longitud mínima del vertedero de salida:

$$Lv = \frac{11.06\text{m}^3/\text{h}}{24\text{m}^3/(\text{m} * \text{h})} = 0.46\text{m}$$

Carga hidráulica sobre el vertedero (Ver en anexo:tabla 41 informacion típica tanques imhoff).

Longitud B del sedimentador asumida: 3m

Altura del sedimentador:

$$\frac{B * \tan(\alpha * \pi/180)}{2}$$
$$\frac{3m * \tan(60^\circ * \pi/180)}{2} = 1.88m$$

Pendiente de fondo: 51°

Longitud del sedimentador:

Relación 4:1 longitud-ancho

L=12m

Abertura de la cámara de comunicación 25 cm

Volumen de almacenamiento y digestión

$$Vd = \frac{70 * 1,053hab * 0.7}{1000} = 51.60m^3$$

fcr: (ver: Tabla 3. Capacidad relativa según la temperatura)

Ancho mínimo entre pared de digestor y sedimentador: 1m

Área total

$$\text{Área total} = ((\text{ancho digesto} - \text{sedimrntador} * 2) + (\text{espesor pared} * 2) + B) * L$$
$$((1m * 2) + (0.15m * 2)) + 3m) * 12m = 63.6m^2$$

Área de ventilación %:

$$\frac{(\text{ancho digesto} - \text{sedimrntador} * 2) * L}{\text{Área total}}$$

$$\frac{(1m * 2) * 12m}{63.6m^2} * 100 = 60.6\%$$

Cumple el área de ventilación es a la típica de 20%.

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador:

$$C = \frac{88.45\text{m}^3}{\text{dia}} * \frac{11\text{mg}}{\text{lt}} * 0.0864 = 84.06\text{kg de ss/dia}$$

Masa de sólidos que conforman los lodos:

$$\begin{aligned} \text{Msd} &= (0.5 * 0.7 * 0.5 * 84.06\text{kg de ss/di}) + (0.5 * 0.3 * 84.06\text{kg de ss/dia}) \\ &= 27.32\text{kg de ss/dia} \end{aligned}$$

Volumen diario de lodos digeridos:

$$\text{Vld} = \frac{27.32\text{kg de ss/dia}}{1.04\text{kg/lt} * (0.12)} = 218.92\text{lt/dia}$$

Volumen de lodos a extraerse del tanque:

$$\text{Vel} = \frac{218.92\text{lt/dia} * 40\text{días}}{1000} = 8.76\text{m}^3$$

Frecuencia de extracción de lodos (ver Tabla 4. Tiempo digestión de lodos).

Área del lecho de secado:

$$\text{Als} = \frac{8.76\text{m}^3}{0.3} = 29.19\text{m}^2$$

DBO: 480mg/l.

Remoción de DBO 25%.

Efluente: 360mg/l.

Filtro anaerobio de flujo ascendente

Tabla 24. Datos de entrada FAFA

Datos de entrada			
Población	N	2106	Hab
Dotación	DOT	105	L/HAB.DIA
Retorno		80	%
Aporte	C	84	L/HAB.DIA
Periodo de retención	T	0.5	días
Población por unidad	N	1053	Hab

$$\text{Volumen útil : } V = 1.6 N CT$$

Dónde:

V= Volumen útil.

N = número de contribuyentes.

C = contribución de desechos en lppd.

T = período de detención en días.

$$V = 1.6 (1153\text{hab})(84\text{l/hab. dia})(0.5 \text{ dias}) = 70.8 \text{ m}^3$$

Tabla 25. Dimensiones FAFA

Dimensiones		
Profundidad útil filtro	PROF UTIL	1.8 m
Relación l/b	3:1-5:1	3.5
Número de unidades	#	2 unidad
Volumen	$V=0.0016NTC$	70.8 m ³
Área de filtros	$AT=V/PROF UTIL$	39.3 m ²
Área Total filtros	$AF=AT/\#$	78.6 m ²
Ancho	B	3.35 m
Largo	L	11.7 m

$$\text{Sección horizontal } S = V/1.8$$

S: sección en m²

V: volumen en m³

$$S = 70.8\text{m}^3/1.8 = 39.3\text{m}^2$$

$$B = \sqrt{\frac{SH}{3.5}}$$

$$B = \sqrt{\frac{39.3\text{m}^2}{3.5}} = 3.35\text{m}$$

$$L = 3.5B = 3.5 * 3.35\text{m} = 11.7 \text{ m}$$

Tabla 26. Lecho filtrante y accesorios

Dimensiones de lecho filtrante y accesorios			
Fondo falso	F	0.35	m
Altura de canal	ALT CANAL	0.25	m
Borde libre	BL	0.30	m
Altura lecho filtrante	ALT FILTRO	1.20	m
Altura total de filtro	ALT TOTAL	2.10	m

$$\text{Velocidad ascensional} = Q/AF$$

$$\text{Velocidad ascensional} = \frac{2106\text{hab} * \frac{105\text{l}}{\text{hab}} \cdot \text{dia} * 80\% * 0.001}{78.6\text{m}^2}$$

$$\text{Velocidad ascensional} = 2.25 \text{ m/dia}$$

Tabla 27. Velocidad y remoción

velocidad y remoción			
Velocidad ascensional	VS=Q/AF	2.25	m/dia
Calidad del efluente		360	mg/l
Remoción DBO		90	%
Concentración DBO al efluente		36	mg/l

El lecho filtrante constara e grava de $\Phi 3$, $\Phi 2 \frac{1}{2}$, $\Phi 2$, $\Phi 11/2$.

Tabla 28. Datos generales de la red

DATOS GENERALES													
DESCRIPCION		DATOS POBLACIONALES					LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		COTAS CLAVE	
#	TRAMO	POB. (hab.)	# COM	# INST	# IND	COEF. DE HARMON	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIAL	FINAL
1	P1-P2	60 Hab.				3	51.00 m	870.911	870.865	1.25 m	1.61 m	869.661	869.253
2	P2-P3	48 Hab.				3	37.60 m	870.865	867.275	1.65 m	1.26 m	869.215	866.019
3	P3-P84	33 Hab.				3	36.14 m	867.275	863.968	1.40 m	1.35 m	865.875	862.622
4	P84-P7	33 Hab.				3	45.24 m	863.968	862.795	1.56 m	1.74 m	862.408	861.051
5	P106-P107	6 Hab.				3	14.32 m	859.235	856.082	1.00 m	0.64 m	858.235	855.443
6	P121-P122	6 Hab.				3	11.24 m	861.109	858.557	0.60 m	0.58 m	860.509	857.980
7	P122-P123	6 Hab.				3	20.14 m	858.557	854.441	0.61 m	0.56 m	857.947	853.879
8	P122-P108	6 Hab.				3	27.47 m	854.441	854.631	0.57 m	1.06 m	853.871	853.569
9	P107-P108	6 Hab.				3	5.98 m	856.082	854.631	1.00 m	0.63 m	855.082	854.006
10	P108-P109	12 Hab.				3	17.35 m	854.631	854.550	1.06 m	1.30 m	853.571	853.250
11	P109-P110	12 Hab.				3	11.56 m	854.550	854.409	1.33 m	1.27 m	853.220	853.139
12	P110-P111	0 Hab.				3	21.25 m	854.409	854.267	1.30 m	1.31 m	853.109	852.960
13	P111-P112	0 Hab.				3	21.99 m	854.267	854.218	1.34 m	1.44 m	852.927	852.773
14	P112-P113	0 Hab.				3	41.76 m	854.218	854.089	1.47 m	1.63 m	852.748	852.456
15	P113-P26	0 Hab.				3	45.74 m	854.089	853.545	1.66 m	1.44 m	852.429	852.109
16	P7-P8	54 Hab.				3	92.82 m	862.795	862.412	1.77 m	2.78 m	861.025	859.633
17	P75-P78	6 Hab.				3	12.76 m	867.108	865.201	0.65 m	0.65 m	866.458	864.550
18	P78-P76	6 Hab.				3	10.79 m	865.201	864.438	0.68 m	0.67 m	864.521	863.766
19	P76-P79	6 Hab.				3	27.19 m	864.438	859.685	0.66 m	0.70 m	863.778	859.025
20	P79-P21	0 Hab.				3	7.71 m	859.685	859.283	0.73 m	0.73 m	858.955	858.553
21	P8-P9	24 Hab.				3	72.02 m	862.412	855.450	2.81 m	1.97 m	859.602	853.480
22	P10-P11	12 Hab.				3	35.19 m	874.892	870.469	4.82 m	1.21 m	870.072	869.263
23	P11-P12	12 Hab.				3	36.44 m	870.469	865.892	4.70 m	1.22 m	865.769	864.676

DATOS GENERALES													
DESCRIPCION		DATOS POBLACIONALES					LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		COTAS CLAVE	
#	TRAMO	POB. (hab.)	# COM	# INST	# IND	COEF. DE HARMON	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIAL	FINAL
24	P12-P21	18 Hab.				3	31.79 m	865.892	859.283	5.00 m	1.28 m	860.892	857.999
25	P21-P9	18 Hab.				3	31.78 m	859.283	855.450	1.31 m	1.48 m	857.973	853.969
26	P9-P23	12 Hab.				3	63.89 m	855.450	853.076	2.10 m	2.92 m	853.350	850.156
27	P12-P13	36 Hab.				3	61.09 m	865.892	859.855	3.20 m	1.44 m	862.692	858.416
28	P13-P22	24 Hab.				3	31.40 m	859.855	855.863	1.60 m	1.69 m	858.255	854.173
29	P22-P23	24 Hab.				3	31.24 m	855.863	853.076	1.74 m	2.86 m	854.123	850.218
30	P30-P23	54 Hab.				3	58.55 m	856.992	853.060	3.00 m	2.99 m	853.992	850.069
31	P23-P27	54 Hab.				3	57.92 m	853.076	851.353	3.02 m	2.46 m	850.056	848.898
32	P27-P24	0 Hab.				3	3.02 m	851.353	851.169	2.49 m	2.37 m	848.863	848.803
33	P26-P24	42 Hab.		1		3	76.04 m	853.545	851.169	1.80 m	1.80 m	851.745	849.373
34	P24-P25	36 Hab.				3	42.12 m	851.169	846.952	2.40 m	1.72 m	848.769	845.231
35	P25-P100	0 Hab.				3	7.63 m	846.952	845.765	1.75 m	1.33 m	845.202	844.439
36	P14-P15	24 Hab.				3	64.93 m	859.886	858.793	1.30 m	1.83 m	858.586	856.963
37	P15-P31	18 Hab.		1		3	65.35 m	858.799	858.819	1.25 m	2.18 m	857.549	856.634
38	P15-P16	12 Hab.				3	47.71 m	858.799	858.271	1.87 m	1.87 m	856.929	856.399
39	P31-P32	12 Hab.				3	46.44 m	858.819	858.748	2.21 m	2.60 m	856.609	856.145
40	P32-P16	36 Hab.	1	1		3	67.19 m	858.748	858.271	2.63 m	2.63 m	856.118	855.641
41	P16-P17	108Hab				3	74.25 m	858.271	848.725	2.66 m	2.66 m	855.611	846.062
42	P13-P14	60 Hab.				3	59.97 m	859.855	859.886	1.30 m	2.86 m	858.555	857.026
43	P14-P29	30 Hab.				3	63.73 m	859.886	857.127	2.89 m	1.85 m	856.996	855.275
44	P29-P28	48 Hab.	12			3	59.22 m	857.127	853.740	1.88 m	1.75 m	855.247	851.990
45	P28-P27	36 Hab.				3	60.64 m	853.740	851.353	1.20 m	1.85 m	852.540	849.508
46	P28-P17	42 Hab.				3	62.25 m	853.740	848.725	1.78 m	2.37 m	851.960	846.358

DATOS GENERALES													
DESCRIPCION		DATOS POBLACIONALES					LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		COTAS CLAVE	
#	TRAMO	POB. (hab.)	# COM	# INST	# IND	COEF. DE HARMON	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIAL	FINAL
47	P17-P18	36 Hab.				3	31.74 m	848.725	846.843	2.69 m	2.69 m	846.035	844.153
48	P18-P19	0 Hab.				3	6.68 m	846.843	846.410	2.72 m	2.69 m	844.123	843.722
49	P19-P156	0 Hab.				3	15.27 m	846.410	846.101	2.72 m	2.64 m	843.690	843.461
50	P31-P35	36 Hab.		1		3	58.81 m	858.819	854.596	2.08 m	1.68 m	856.739	852.916
51	P43-P35	36 Hab.		1		3	58.72 m	858.528	854.596	1.70 m	1.70 m	856.828	852.894
52	P35-P36	24 Hab.		2		3	63.49 m	854.596	849.745	1.73 m	1.64 m	852.866	848.104
53	P151-P36	18 Hab.				3	55.36 m	853.491	849.745	4.15 m	1.37 m	849.341	848.372
54	P36-P37	48 Hab.				3	62.05 m	849.745	843.664	1.67 m	1.48 m	848.075	842.180
55	P20-P102	18 Hab.				3	14.87 m	848.246	845.372	3.10 m	1.27 m	845.146	844.105
56	P102-P61	12 Hab.				3	12.40 m	845.372	843.911	2.20 m	1.30 m	843.172	842.614
57	P61-P37	12 Hab.				3	27.96 m	843.911	843.674	1.97 m	2.01 m	841.941	841.661
58	P37-P38	1936Hab				3	51.96 m	843.674	841.293	2.07 m	2.03 m	841.604	839.266
59	P38-P63	0 Hab.				3	6.01 m	841.293	840.932	2.06 m	1.88 m	839.233	839.053
60	P63-P131	0 Hab.				3	9.39 m	840.932	840.420	2.61 m	2.85 m	838.322	837.571
61	P41-P40	12 Hab.				3	41.46 m	841.297	841.405	1.20 m	2.14 m	840.097	839.268
62	P40-P39	18 Hab.				3	30.16 m	841.405	840.877	2.17 m	2.28 m	839.235	838.599
63	P91-P92	30 Hab.				3	54.97 m	841.735	838.791	2.10 m	1.63 m	839.635	837.161
64	P92-P93	12 Hab.				3	48.38 m	838.791	839.241	1.66 m	2.59 m	837.131	836.647
65	P104-P48	6 Hab.	1			3	31.22 m	869.098	865.331	1.23 m	1.21 m	867.868	864.122
66	P48-P103	0 Hab.				3	28.06 m	865.331	859.962	1.39 m	1.35 m	863.941	858.610
67	P103-P42	0 Hab.				3	29.42 m	859.962	858.722	1.42 m	1.50 m	858.542	857.218
68	P42-P43	36 Hab.				3	57.49 m	858.722	858.528	1.53 m	1.91 m	857.192	856.617
69	P104-P49	6 Hab.				3	19.29 m	869.098	868.091	1.58 m	1.63 m	867.518	866.457

DATOS GENERALES													
DESCRIPCION		DATOS POBLACIONALES					LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		COTAS CLAVE	
#	TRAMO	POB. (hab.)	# COM	# INST	# IND	COEF. DE HARMON	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIAL	FINAL
70	P49-P53	28 Hab.				3	29.80 m	868.091	862.870	4.70 m	1.27 m	863.391	861.603
71	P53-P43	30 Hab.				3	30.60 m	862.870	858.528	1.91 m	1.85 m	860.960	856.676
72	P43-P44	48 Hab.				3	61.29 m	858.528	853.885	1.93 m	1.82 m	856.598	852.063
73	P49-P50	18 Hab.				3	57.52 m	865.331	867.142	1.30 m	4.06 m	864.031	863.082
74	P50-P56	18 Hab.				3	28.24 m	867.142	860.864	1.60 m	1.25 m	865.542	859.612
75	P56-P57	12 Hab.				3	19.27 m	860.864	856.942	2.90 m	1.29 m	857.964	855.652
76	P57-P44	12 Hab.				3	17.08 m	856.942	853.885	1.84 m	1.94 m	855.102	851.942
77	P44-P45	24 Hab.				3	59.85 m	853.885	848.597	1.97 m	1.97 m	851.915	846.624
78	P59-P60	24 Hab.				3	31.98 m	856.648	851.715	2.50 m	1.40 m	854.148	850.310
79	P60-P45	0 Hab.				3	15.59 m	851.715	848.597	2.50 m	1.33 m	849.215	847.266
80	P45-P47	18 Hab.				3	28.92 m	848.597	843.818	2.02 m	2.02 m	846.577	841.799
81	P47-P46	36 Hab.				3	32.64 m	843.818	839.888	2.05 m	2.05 m	841.768	837.838
82	P50-P105	30 Hab.				3	39.54 m	867.142	860.987	1.45 m	1.23 m	865.692	859.761
83	P105-P51	12 Hab.				3	21.82 m	860.987	855.432	4.75 m	1.22 m	856.237	854.208
84	P59-P51	18 Hab.				3	24.90 m	856.648	855.432	2.00 m	1.21 m	854.648	854.225
85	P87-P88	6 Hab.				3	10.46 m	865.904	865.872	0.60 m	0.93 m	865.304	864.938

DATOS GENERALES													
DESCRIPCION		DATOS POBLACIONALES					LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		COTAS CLAVE	
#	TRAMO	POB. (hab.)	# COM	# INST	# IND	COEF. DE HARMON	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIAL	FINAL
86	P88-P89	12 Hab.				3	26.66 m	865.872	859.253	0.96 m	0.61 m	864.912	858.647
87	P89-P153	6 Hab.				3	16.24 m	859.253	856.714	0.71 m	0.69 m	858.543	856.026
88	P153-P51	0 Hab.				3	7.13 m	856.714	855.432	1.21 m	1.35 m	855.504	854.078
89	P51-P55	24 Hab.				3	44.10 m	855.432	848.990	2.18 m	1.49 m	853.252	847.501
90	P55-P64	0 Hab.				3	16.17 m	848.999	843.024	2.00 m	1.28 m	846.999	841.744
91	P81-P82	24 Hab.				3	15.34 m	857.018	854.372	1.00 m	0.65 m	856.018	853.717
92	P82-P86	0 Hab.				3	14.18 m	854.372	852.184	0.78 m	0.63 m	853.592	851.550
93	P86-P33	6 Hab.				3	9.00 m	852.184	849.846	0.72 m	0.63 m	851.464	849.214
94	P33-P55	0 Hab.				3	3.27 m	849.846	848.999	1.23 m	1.20 m	848.616	847.799
95	P64-P62	36 Hab.				3	64.63 m	843.024	839.946	1.95 m	1.91 m	841.074	838.036
96	P46-P62	0 Hab.				3	4.89 m	839.888	839.946	2.25 m	2.37 m	837.638	837.580
97	P62-P133	0 Hab.				3	10.21 m	839.946	838.000	2.40 m	2.39 m	837.546	835.606
98	P68-P65	24 Hab.		1		3	49.84 m	867.906	865.579	1.45 m	1.45 m	866.456	864.128
99	P65-P66	18 Hab.				3	23.93 m	865.579	864.685	1.48 m	1.48 m	864.099	863.204
100	P66-P67	56 Hab.				3	74.86 m	864.685	861.786	1.76 m	1.71 m	862.925	860.080
101	P67-P152	6 Hab.				3	30.33 m	861.786	861.331	1.74 m	1.59 m	860.046	859.743
102	P152-P69	36 Hab.				3	52.11 m	861.331	856.047	1.62 m	1.29 m	859.711	854.761
103	P69-P70	6 Hab.				3	34.34 m	856.047	851.063	1.34 m	1.51 m	854.707	849.556
104	P70-P71	0 Hab.				3	62.89 m	851.063	845.926	1.54 m	1.50 m	849.523	844.429
105	P71-P72	0 Hab.				3	61.97 m	845.926	840.710	1.65 m	1.64 m	844.276	839.071
106	P72-P73	0 Hab.				3	46.38 m	840.710	837.045	1.70 m	1.28 m	839.010	835.763
107	P100-P101	0 Hab.				3	15.46 m	845.765	844.939	1.77 m	1.56 m	843.995	843.377
108	P101-P94	0 Hab.				3	25.56 m	844.939	843.859	1.59 m	1.28 m	843.349	842.582

DATOS GENERALES													
DESCRIPCION		DATOS POBLACIONALES					LONGITUD	COTAS DE TERRENO		PROFUNDIDAD		COTAS CLAVE	
#	TRAMO	POB. (hab.)	# COM	# INST	# IND	COEF. DE HARMON	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIAL	FINAL
109	P94-P154	0 Hab.				3	25.24 m	843.859	844.792	1.36 m	2.67 m	842.499	842.120
110	P154-P155	0 Hab.				3	35.96 m	844.792	845.869	2.70 m	4.32 m	842.092	841.553
111	P155-P156	3,060 Hab.				3	22.75 m	845.869	846.101	4.35 m	5.13 m	841.519	840.973
112	P156-P114	6 Hab.				3	21.86 m	846.101	843.509	5.16 m	3.15 m	840.941	840.362
113	P114-P115	0 Hab.				3	20.49 m	843.509	841.135	3.18 m	1.35 m	840.329	839.786
114	P115-P117	0 Hab.				3	18.22 m	841.135	840.760	1.38 m	1.49 m	839.755	839.272
115	P117-P159	0 Hab.				3	21.90 m	840.760	840.598	1.52 m	1.94 m	839.240	838.660
116	P159-P124	0 Hab.				3	65.77 m	840.598	842.090	1.97 m	5.20 m	838.628	836.885
117	P39-P131	0 Hab.				3	5.37 m	840.877	840.420	2.31 m	2.11 m	838.567	838.309
118	P131-P132	0 Hab.				3	14.21 m	840.420	839.422	2.88 m	2.17 m	837.540	837.256
119	P132-P93	0 Hab.				3	33.88 m	839.422	839.292	2.20 m	2.75 m	837.222	836.544
120	P93-P133	0 Hab.				3	9.20 m	839.292	838.000	2.78 m	1.95 m	836.512	836.052
121	P133-P134	0 Hab.				3	17.40 m	838.000	838.045	2.42 m	2.85 m	835.580	835.197
122	P134-P77	0 Hab.				3	19.13 m	838.045	837.684	2.88 m	3.19 m	835.165	834.495
123	P77-P128	0 Hab.				3	18.23 m	837.684	837.071	3.21 m	3.24 m	834.474	833.836

Tabla 29. Diseño de Caudales y diámetro

DISEÑO															
PENDIENTES		CAUDALES										DIAMETROS			
	TERRENO	Tubo	Qmin (l.p.s.)	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qint (l.p.s.)	Qind (l.p.s.)	Qcom (l.p.s.)	Qe (l.p.s.)	Infiltracion (l.p.s.)	Qdiseño (l.p.s.)		CALC" CM"	COMERCIAL "PULG"	COMERCIAL "M"
1	-0.09%	0.80%	0.0117	0.0583	0.1750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0175	0.0017	0.194	0.194	2.65	6.00	0.1524
2	-9.55%	8.50%	0.0093	0.0467	0.1400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0140	0.0013	0.155	0.350	2.12	6.00	0.1524
3	-9.15%	9.00%	0.0064	0.0321	0.0963	0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0012	0.107	0.457	2.32	6.00	0.1524
4	-2.59%	3.00%	0.0064	0.0321	0.0963	0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0015	0.107	0.564	3.09	6.00	0.1524
5	-22.02%	19.50%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0003	0.020	0.020	0.62	6.00	0.1016
6	-22.70%	22.50%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0003	0.020	0.020	0.60	6.00	0.1016
7	-20.44%	20.20%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0005	0.020	0.039	0.80	6.00	0.1016
8	0.69%	1.10%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0006	0.020	0.059	1.60	6.00	0.1016
9	-24.26%	18.00%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0001	0.019	0.039	0.81	6.00	0.1016
10	-0.47%	1.85%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0004	0.039	0.137	1.99	6.00	0.1016
11	-1.22%	0.70%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0003	0.039	0.176	2.62	6.00	0.1016
12	-0.67%	0.70%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.000	0.176	2.62	6.00	0.1016
13	-0.22%	0.70%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.000	0.177	2.63	6.00	0.1016
14	-0.31%	0.70%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.001	0.178	2.63	6.00	0.1016
15	-1.19%	0.70%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.001	0.179	2.64	6.00	0.1016
16	-0.41%	1.50%	0.0105	0.0525	0.1575	0.0000	0.0000	0.0000	0.0158	0.0031	0.176	0.740	3.90	6.00	0.1524
17	-14.95%	14.95%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0003	0.020	0.020	0.65	6.00	0.1016
18	-7.07%	7.00%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0002	0.019	0.039	0.97	6.00	0.1016
19	-17.48%	17.48%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0006	0.020	0.059	0.95	6.00	0.1016
20	-5.21%	5.21%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.000	0.059	1.20	6.00	0.1016

DISEÑO															
PENDIENTES			CAUDALES									DIAMETROS			
	TERRENO	Tabo	Qmin (l.p.s.)	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qint (l.p.s.)	Qind (l.p.s.)	Qcom (l.p.s.)	Qe (l.p.s.)	Infiltracion (l.p.s)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum. (l.p.s)	CALC" CM"	COMERCIAL "PULG"	COMERCIAL "M"
21	-9.67%	8.50%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0024	0.079	0.820	2.92	6.00	0.1524
22	-12.57%	2.30%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0012	0.040	0.040	1.20	6.00	0.1524
23	-12.56%	3.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0012	0.040	0.079	1.48	6.00	0.1524
24	-20.79%	9.10%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0011	0.059	0.138	1.48	6.00	0.1524
25	-12.06%	12.60%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0011	0.059	0.256	1.76	6.00	0.1524
26	-3.72%	5.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0022	0.041	1.117	3.63	6.00	0.1524
27	-9.88%	7.00%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0021	0.118	0.118	1.46	6.00	0.1524
28	-12.71%	13.00%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0011	0.078	0.196	1.58	6.00	0.1524
29	-8.92%	12.50%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0011	0.078	0.274	1.80	6.00	0.1524
30	-6.72%	6.70%	0.0105	0.0525	0.1575	0.0000	0.0000	0.0000	0.0158	0.0020	0.175	0.175	1.71	6.00	0.1524
31	-2.97%	2.00%	0.0105	0.0525	0.1575	0.0000	0.0000	0.0000	0.0158	0.0026	0.176	1.741	5.09	6.00	0.2032
32	-6.09%	2.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.000	1.859	5.21	6.00	0.2032
33	-3.12%	3.12%	0.0082	0.0408	0.1225	0.0001	0.0000	0.0000	0.0123	0.0026	0.137	0.316	2.47	6.00	0.1524
34	-10.01%	8.40%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0019	0.117	2.293	4.31	6.00	0.2032
35	-15.56%	10.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.000	2.293	4.17	6.00	0.2032
36	-1.68%	2.50%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0022	0.079	0.079	1.53	6.00	0.1524
37	0.03%	1.40%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0001	0.0000	0.0000	0.0053	0.0022	0.060	0.060	1.54	6.00	0.1524
38	-1.11%	1.11%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0016	0.040	0.119	2.08	6.00	0.1524
39	-0.15%	1.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0016	0.040	0.100	1.99	6.00	0.1524
40	-0.71%	0.71%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0001	0.0000	0.0001	0.0105	0.0023	0.118	0.218	2.83	6.00	0.1524
41	-12.86%	12.86%	0.0210	0.1050	0.3150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0315	0.0025	0.349	0.686	2.53	6.00	0.1524

DISEÑO															
PENDIENTES		CAUDALES											DIAMETROS		
	TERRENO	Tubo	Qmin (l.p.s.)	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qint (l.p.s.)	Qind (l.p.s.)	Qcom (l.p.s.)	Qe (l.p.s.)	Infiltracion (l.p.s)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum. (l.p.s)	CALC" CM"	COMERCIAL "PULG"	COMERCIAL "M"
42	0.05%	2.55%	0.0117	0.0583	0.1750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0175	0.0020	0.195	0.195	2.14	6.00	0.1524
43	-4.33%	2.70%	0.0058	0.0292	0.0875	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.0022	0.098	0.293	2.46	6.00	0.1524
44	-5.72%	5.50%	0.0093	0.0467	0.1400	0.0000	0.0000	0.0015	0.0140	0.0020	0.158	0.450	2.53	6.00	0.1524
45	-3.94%	5.00%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0021	0.118	0.118	1.56	6.00	0.1524
46	-8.06%	9.00%	0.0082	0.0408	0.1225	0.0000	0.0000	0.0000	0.0123	0.0021	0.137	0.587	2.55	6.00	0.1524
47	-5.93%	5.93%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0011	0.117	1.390	3.81	6.00	0.1524
48	-6.48%	6.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.000	1.391	3.81	6.00	0.1524
49	-2.02%	1.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.001	1.391	4.94	6.00	0.2032
50	-7.18%	6.50%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0001	0.0000	0.0000	0.0105	0.0020	0.118	0.118	1.48	6.00	0.1524
51	-6.70%	6.70%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0001	0.0000	0.0000	0.0105	0.0020	0.118	0.118	1.48	6.00	0.1524
52	-7.64%	7.50%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0002	0.0000	0.0000	0.0070	0.0022	0.079	0.314	2.09	6.00	0.1524
53	-6.77%	1.75%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0019	0.060	0.060	1.47	6.00	0.1524
54	-9.80%	9.50%	0.0093	0.0467	0.1400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0140	0.0021	0.156	0.530	2.43	6.00	0.1524
55	-19.33%	7.00%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0005	0.058	0.058	1.12	6.00	0.1524
56	-11.78%	4.50%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0004	0.039	0.097	1.48	6.00	0.1524
57	-0.85%	1.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0009	0.039	0.137	2.23	6.00	0.1524
58	-4.58%	4.50%	0.3764	1.8822	5.6467	0.0000	0.0000	0.0000	0.5647	0.0029	6.214	6.881	7.32	6.00	0.2540
59	-6.01%	3.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.000	6.881	7.89	6.00	0.2540
60	-5.45%	8.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.001	6.882	6.57	6.00	0.2540
61	0.26%	2.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0014	0.040	0.040	1.23	6.00	0.1524
62	-1.75%	2.11%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0010	0.059	0.099	1.72	6.00	0.1524

	DISEÑO														
	PENDIENTES		CAUDALES										DIAMETROS		
	TERRENO	Tubo	Qmin (l.p.s.)	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qint (l.p.s.)	Qind (l.p.s.)	Qcom (l.p.s.)	Qe (l.p.s.)	Infiltracion (l.p.s.)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum. (l.p.s.)	CALC" CM"	COMERCIAL "PULG"	COMERCIAL "M"
63	-5.36%	4.50%	0.0058	0.0292	0.0875	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.0019	0.098	0.098	1.49	6.00	0.1524
64	0.93%	1.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0016	0.040	0.138	2.24	6.00	0.1524
65	-12.07%	12.00%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0001	0.0018	0.0011	0.020	0.020	0.69	6.00	0.1524
66	-19.13%	19.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.001	0.021	0.64	6.00	0.1524
67	-4.21%	4.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.001	0.022	0.85	6.00	0.1524
68	-0.34%	1.00%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0019	0.117	0.140	2.25	6.00	0.1524
69	-5.22%	5.50%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0007	0.020	0.020	0.79	6.00	0.1524
70	-17.52%	6.00%	0.0054	0.0272	0.0817	0.0000	0.0000	0.0000	0.0082	0.0010	0.091	0.111	1.47	6.00	0.1524
71	-14.19%	14.00%	0.0058	0.0292	0.0875	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.0010	0.097	0.208	1.59	6.00	0.1524
72	-7.58%	7.40%	0.0093	0.0467	0.1400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0140	0.0021	0.156	0.364	2.21	6.00	0.1524
73	3.15%	1.65%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0019	0.060	0.060	1.49	6.00	0.1524
74	-22.23%	21.00%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0010	0.059	0.118	1.19	6.00	0.1524
75	-20.35%	12.00%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0007	0.039	0.158	1.48	6.00	0.1524
76	-17.90%	18.50%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0006	0.039	0.197	1.48	6.00	0.1524
77	-8.84%	8.84%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0020	0.079	0.640	2.64	6.00	0.1524
78	-15.43%	12.00%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0011	0.078	0.078	1.13	6.00	0.1524
79	-20.00%	12.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.001	0.079	1.13	6.00	0.1524
80	-16.52%	16.52%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0010	0.059	0.777	2.53	6.00	0.1524
81	-12.04%	12.04%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0011	0.117	0.894	2.83	6.00	0.1524
82	-15.57%	15.00%	0.0058	0.0292	0.0875	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.0013	0.098	0.098	1.18	6.00	0.1524
83	-25.46%	9.30%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0007	0.039	0.137	1.47	6.00	0.1524
84	-4.88%	1.70%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0008	0.059	0.059	1.47	6.00	0.1524
85	-0.31%	3.50%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0002	0.019	0.019	0.85	6.00	0.1016

	DISEÑO														
	PENDIENTES		CAUDALES										DIAMETROS		
	TERREN	Tubo	Qmin (l.p.s.)	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qint (l.p.s.)	Qind (l.p.s.)	Qcom (l.p.s.)	Qe (l.p.s.)	Infiltracion (l.p.s.)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum. (l.p.s.)	CALC"C M"	COMERCIAL "PULG"	COMERCIAL "M"
86	-24.83%	23.50%	0.0023	0.0117	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0006	0.039	0.059	0.90	6.00	0.1016
87	-15.63%	15.50%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0004	0.020	0.078	1.08	6.00	0.1016
88	-17.98%	20.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.000	0.078	1.03	6.00	0.1016
89	-14.61%	13.04%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0015	0.078	0.215	1.63	6.00	0.1524
90	-36.95%	32.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.001	0.313	1.59	6.00	0.1524
91	-17.25%	15.00%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0003	0.077	0.077	1.08	6.00	0.1016
92	-15.43%	14.40%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.000	0.078	1.09	6.00	0.1016
93	-25.98%	25.00%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0002	0.019	0.097	1.07	6.00	0.1016
94	-25.90%	25.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.000	0.097	1.07	6.00	0.1016
95	-4.76%	4.70%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0022	0.118	0.431	2.57	6.00	0.1524
96	1.19%	1.19%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.000	0.894	4.37	6.00	0.2032
97	-19.06%	19.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.000	1.325	3.01	6.00	0.2032
98	-4.67%	4.67%	0.0047	0.0233	0.0700	0.0001	0.0000	0.0000	0.0070	0.0017	0.079	0.079	1.36	6.00	0.1524
99	-3.74%	3.74%	0.0035	0.0175	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0008	0.059	0.137	1.75	6.00	0.1524
100	-3.87%	3.80%	0.0109	0.0544	0.1633	0.0000	0.0000	0.0000	0.0163	0.0025	0.182	0.320	2.39	6.00	0.1524
101	-1.50%	1.00%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0010	0.020	0.340	3.14	6.00	0.1524
102	-10.14%	9.50%	0.0070	0.0350	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0018	0.117	0.457	2.30	6.00	0.1524
103	-14.51%	15.00%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0012	0.020	0.477	2.15	6.00	0.1524
104	-8.17%	8.10%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.002	0.480	2.41	6.00	0.1524
105	-8.42%	8.40%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.002	0.482	2.40	6.00	0.1524
106	-7.90%	7.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.002	0.483	2.49	6.00	0.1524
107	-5.34%	4.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.001	2.294	4.95	6.00	0.2032
108	-4.23%	3.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.001	2.295	5.23	6.00	0.2032

	DISEÑO														
	PENDIENTES		CAUDALES										DIAMETROS		
	TERREN	Tubo	Qmin (l.p.s.)	Qmed (l.p.s.)	Qmax (l.p.s.)	Qint (l.p.s.)	Qind (l.p.s.)	Qcom (l.p.s.)	Qe (l.p.s.)	Infiltracion (l.p.s.)	Qdiseño (l.p.s.)	Qdiseño acum. (l.p.s.)	CALC" CM"	COMERCIAL "PULG"	COMERCIAL "M"
109	3.70%	1.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.001	2.296	5.96	6.00	0.2032
110	2.99%	1.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.002	2.298	5.96	6.00	0.2032
111	1.02%	2.40%	0.5950	2.9750	8.9250	0.0000	0.0000	0.0000	0.8925	0.0018	9.819	12.117	10.18	6.00	0.3556
112	-11.86%	2.65%	0.0012	0.0058	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0017	0.021	13.529	10.41	6.00	0.3556
113	-11.59%	2.65%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.002	13.531	10.41	6.00	0.3556
114	-2.06%	2.65%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.001	13.532	10.41	6.00	0.3556
115	-0.74%	2.65%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.002	13.534	10.41	6.00	0.3556
116	2.27%	2.65%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.005	13.539	10.41	6.00	0.3556
117	-8.51%	4.80%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.000	0.099	1.47	6.00	0.1524
118	-7.02%	2.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.001	6.982	8.56	6.00	0.2540
119	-0.38%	2.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.002	6.984	8.56	6.00	0.2540
120	-14.04%	5.00%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.001	7.122	7.27	6.00	0.2540
121	0.26%	2.20%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.001	8.449	9.04	6.00	0.2540
122	-1.89%	3.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.001	8.450	8.28	6.00	0.2540
123	-3.36%	3.50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.001	8.451	8.28	6.00	0.2540

Tabla 30. Cálculo Hidráulico

CALCULO HIDRAULICO													
	RELACION DE CAUDALES					RELACION DE VELOCIDADES				TIRANTE			
	Q _{TLL} (l.p.s.)	Q/Q _{TLL}	Q _{max} /Q _{TLL}	Q _{min} /Q _{TLL}	V _{TLL} (m/s)	V/V _{TLL}	V _p (m/s)	V.critica	Y/D	y _{min}	Y	y _{max}	
1	20.5471	0.0095	0.009	0.0006	1.13	0.33	0.37	2.42	0.065	0.03	0.00991	0.1143	
2	66.9753	0.0052	0.002	0.0001	3.67	0.28	1.03	2.49	0.049	0.03	0.00747	0.1143	
3	68.9170	0.0066	0.001	0.0001	3.78	0.29	1.09	2.47	0.053	0.03	0.00808	0.1143	
4	39.7893	0.0142	0.002	0.0002	2.18	0.37	0.81	2.34	0.080	0.03	0.01219	0.1143	
5	34.4069	0.0006	0.001	0.0000	4.24	0.00	0.00	2.71	0.000	0.02	0.00000	0.0762	
6	36.9590	0.0005	0.000	0.0000	4.56	0.00	0.00	2.71	0.000	0.02	0.00000	0.0762	
7	35.0190	0.0011	0.000	0.0000	4.32	0.17	0.73	2.64	0.023	0.02	0.00234	0.0762	
8	8.1719	0.0072	0.002	0.0001	1.01	0.30	0.30	2.54	0.057	0.02	0.00579	0.0762	
9	33.0571	0.0012	0.001	0.0000	4.07	0.17	0.69	2.64	0.023	0.02	0.00234	0.0762	
10	10.5978	0.0129	0.003	0.0002	1.31	0.36	0.47	2.49	0.074	0.02	0.00752	0.0762	
11	6.5190	0.0270	0.005	0.0004	0.80	0.45	0.36	2.38	0.110	0.02	0.01118	0.0762	
12	6.5190	0.0270	0.000	0.0000	0.80	0.45	0.36	2.38	0.110	0.02	0.01118	0.0762	
13	6.5190	0.0271	0.000	0.0000	0.80	0.45	0.36	2.38	0.110	0.02	0.01118	0.0762	
14	6.5190	0.0272	0.000	0.0000	0.80	0.45	0.36	2.38	0.110	0.02	0.01118	0.0762	
15	6.5190	0.0274	0.000	0.0000	0.80	0.45	0.36	2.38	0.110	0.02	0.01118	0.0762	
16	28.1353	0.0263	0.006	0.0004	1.54	0.45	0.69	2.21	0.108	0.03	0.01646	0.1143	
17	30.1265	0.0006	0.001	0.0000	3.71	0.00	0.00	2.71	0.000	0.02	0.00000	0.0762	
18	20.6147	0.0019	0.001	0.0001	2.54	0.17	0.43	2.64	0.023	0.02	0.00234	0.0762	
19	32.5761	0.0018	0.001	0.0000	4.02	0.17	0.68	2.64	0.023	0.02	0.00234	0.0762	
20	17.7847	0.0033	0.000	0.0000	2.19	0.24	0.53	2.60	0.038	0.02	0.00386	0.0762	
21	66.9753	0.0122	0.001	0.0001	3.67	0.36	1.32	2.37	0.074	0.03	0.01128	0.1143	
22	34.8393	0.0011	0.001	0.0001	1.91	0.17	0.32	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143	
23	39.7893	0.0020	0.001	0.0001	2.18	0.21	0.46	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143	

CALCULO HIDRAULICO												
	RELACION DE CAUDALES				V _{TLL} (m/s)	RELACION DE VELOCIDADES			TIRANTE			
	Q _{TLL} (l.p.s.)	Q/Q _{TLL}	Q _{max} /Q _{TLL}	Q _{min} /Q _{TLL}		V/V _{TLL}	V _p (m/s)	V.critica	Y/D	ymin	Y	y _{max}
24	69.2988	0.0020	0.001	0.0001	3.80	0.21	0.80	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
25	81.5437	0.0031	0.001	0.0000	4.47	0.24	1.07	2.54	0.038	0.03	0.00579	0.1143
26	51.3677	0.0217	0.001	0.0000	2.81	0.42	1.18	2.26	0.098	0.03	0.01494	0.1143
27	60.7791	0.0019	0.002	0.0001	3.33	0.17	0.57	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
28	82.8280	0.0024	0.001	0.0001	4.54	0.21	0.95	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
29	81.2195	0.0034	0.001	0.0001	4.45	0.24	1.07	2.54	0.038	0.03	0.00579	0.1143
30	59.4624	0.0029	0.003	0.0002	3.26	0.21	0.68	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
31	69.9665	0.0249	0.002	0.0002	2.16	0.43	0.93	2.05	0.104	0.04	0.02113	0.1524
32	69.9665	0.0266	0.000	0.0000	2.16	0.45	0.97	2.03	0.108	0.04	0.02195	0.1524
33	40.5773	0.0078	0.003	0.0002	2.22	0.30	0.67	2.45	0.057	0.03	0.00869	0.1143
34	143.3887	0.0160	0.001	0.0000	4.42	0.39	1.72	2.17	0.086	0.04	0.01748	0.1524
35	156.4499	0.0147	0.000	0.0000	4.82	0.37	1.78	2.21	0.080	0.04	0.01626	0.1524
36	36.3225	0.0022	0.002	0.0001	1.99	0.21	0.42	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
37	27.1812	0.0022	0.002	0.0001	1.49	0.21	0.31	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
38	24.2029	0.0049	0.001	0.0001	1.33	0.26	0.34	2.51	0.044	0.03	0.00671	0.1143
39	22.9723	0.0044	0.002	0.0001	1.26	0.26	0.33	2.51	0.044	0.03	0.00671	0.1143
40	19.3568	0.0113	0.005	0.0004	1.06	0.35	0.37	2.39	0.071	0.03	0.01082	0.1143
41	82.3808	0.0083	0.004	0.0003	4.51	0.32	1.44	2.43	0.061	0.03	0.00930	0.1143
42	36.6839	0.0053	0.005	0.0003	2.01	0.28	0.56	2.49	0.049	0.03	0.00747	0.1143
43	37.7474	0.0078	0.002	0.0002	2.07	0.30	0.62	2.45	0.057	0.03	0.00869	0.1143
44	53.8749	0.0084	0.003	0.0002	2.95	0.32	0.94	2.43	0.061	0.03	0.00930	0.1143
45	51.3677	0.0023	0.002	0.0001	2.81	0.21	0.59	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
46	68.9170	0.0085	0.002	0.0001	3.78	0.32	1.21	2.43	0.061	0.03	0.00930	0.1143
47	55.9413	0.0249	0.002	0.0001	3.06	0.43	1.32	2.23	0.104	0.03	0.01585	0.1143

CALCULO HIDRAULICO												
	RELACION DE CAUDALES				RELACION DE VELOCIDADES				TIRANTE			
	Q _{TLL} (l.p.s.)	Q/Q _{TLL}	Q _{max} /Q _{TLL}	Q _{min} /Q _{TLL}	V _{TLL} (m/s)	V/V _{TLL}	V _p (m/s)	V.critica	Y/D	y _{min}	Y	y _{max}
48	56.2705	0.0247	0.000	0.0000	3.08	0.43	1.33	2.23	0.104	0.03	0.01585	0.1143
49	38.9525	0.0357	0.000	0.0000	1.20	0.48	0.58	1.91	0.125	0.04	0.02540	0.1524
50	58.5682	0.0020	0.002	0.0001	3.21	0.21	0.67	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
51	59.4624	0.0020	0.002	0.0001	3.26	0.21	0.68	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
52	62.9124	0.0050	0.001	0.0001	3.45	0.28	0.97	2.49	0.049	0.03	0.00747	0.1143
53	30.3896	0.0020	0.002	0.0001	1.66	0.21	0.35	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
54	70.8055	0.0075	0.002	0.0001	3.88	0.30	1.16	2.45	0.057	0.03	0.00869	0.1143
55	60.7791	0.0010	0.001	0.0001	3.33	0.17	0.57	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
56	48.7317	0.0020	0.001	0.0000	2.67	0.21	0.56	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
57	22.9723	0.0059	0.002	0.0001	1.26	0.28	0.35	2.49	0.049	0.03	0.00747	0.1143
58	190.2866	0.0362	0.030	0.0020	3.75	0.49	1.84	1.67	0.127	0.05	0.03226	0.1905
59	155.3684	0.0443	0.000	0.0000	3.06	0.52	1.59	1.55	0.140	0.05	0.03556	0.1905
60	163.1028	0.0422	0.000	0.0000	3.22	0.51	1.64	1.58	0.137	0.05	0.03480	0.1905
61	32.4878	0.0012	0.001	0.0001	1.78	0.17	0.30	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
62	33.3693	0.0030	0.002	0.0001	1.83	0.24	0.44	2.54	0.038	0.03	0.00579	0.1143
63	48.7317	0.0020	0.002	0.0001	2.67	0.21	0.56	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
64	22.9723	0.0060	0.002	0.0001	1.26	0.29	0.36	2.47	0.053	0.03	0.00808	0.1143
65	79.5785	0.0003	0.000	0.0000	4.36	0.00	0.00	2.71	0.000	0.03	0.00000	0.1143
66	100.1341	0.0002	0.000	0.0000	5.49	0.00	0.00	2.71	0.000	0.03	0.00000	0.1143
67	48.7317	0.0005	0.000	0.0000	2.67	0.00	0.00	2.71	0.000	0.03	0.00000	0.1143
68	22.9723	0.0061	0.005	0.0003	1.26	0.29	0.36	2.47	0.053	0.03	0.00808	0.1143
69	53.8749	0.0004	0.000	0.0000	2.95	0.00	0.00	2.71	0.000	0.03	0.00000	0.1143
70	56.2705	0.0020	0.001	0.0001	3.08	0.21	0.65	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143

CALCULO HIDRAULICO												
		RELACION DE CAUDALES				RELACION DE VELOCIDADES			TIRANTE			
	Q _{TLL} (l.p.s.)	Q/Q _{TLL}	Q _{max} /Q _{TLL}	Q _{min} /Q _{TLL}	V _{TLL} (m/s)	V/V _{TLL}	V _p (m/s)	V.critica	Y/D	ymin	Y	y _{max}
71	85.9546	0.0024	0.001	0.0001	4.71	0.21	0.99	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
72	62.4915	0.0058	0.002	0.0001	3.42	0.28	0.96	2.49	0.049	0.03	0.00747	0.1143
73	29.5085	0.0020	0.002	0.0001	1.62	0.21	0.34	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
74	105.2725	0.0011	0.000	0.0000	5.77	0.17	0.98	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
75	79.5785	0.0020	0.000	0.0000	4.36	0.21	0.92	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
76	98.8078	0.0020	0.000	0.0000	5.41	0.21	1.14	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
77	68.3017	0.0094	0.001	0.0001	3.74	0.33	1.23	2.42	0.065	0.03	0.00991	0.1143
78	79.5785	0.0010	0.001	0.0001	4.36	0.17	0.74	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
79	81.2195	0.0010	0.000	0.0000	4.45	0.17	0.76	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
80	93.3706	0.0083	0.001	0.0000	5.12	0.32	1.64	2.43	0.061	0.03	0.00930	0.1143
81	79.7111	0.0112	0.001	0.0001	4.37	0.35	1.53	2.39	0.071	0.03	0.01082	0.1143
82	88.9715	0.0011	0.001	0.0001	4.87	0.17	0.83	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
83	70.0562	0.0020	0.000	0.0000	3.84	0.21	0.81	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
84	29.9523	0.0020	0.002	0.0001	1.64	0.21	0.34	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
85	14.5768	0.0013	0.001	0.0001	1.80	0.17	0.31	2.64	0.023	0.02	0.00234	0.0762

CALCULO HIDRAULICO												
	RELACION DE CAUDALES				RELACION DE VELOCIDADES				TIRANTE			
	Q _{TLL} (l.p.s.)	Q/Q _{TLL}	Q _{max} /Q _{TLL}	Q _{min} /Q _{TLL}	V _{TLL} (m/s)	V/V _{TLL}	V _p (m/s)	V.critica	Y/D	ymin	Y	y _{max}
86	37.7714	0.0016	0.001	0.0001	4.66	0.17	0.79	2.64	0.023	0.02	0.00234	0.0762
87	30.6757	0.0025	0.001	0.0000	3.78	0.21	0.79	2.62	0.032	0.02	0.00325	0.0762
88	34.8453	0.0022	0.000	0.0000	4.30	0.21	0.90	2.62	0.032	0.02	0.00325	0.0762
89	82.9553	0.0026	0.001	0.0001	4.54	0.21	0.95	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
90	130.962	0.0024	0.000	0.0000	7.17	0.21	1.51	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
91	30.1769	0.0026	0.002	0.0002	3.72	0.21	0.78	2.62	0.032	0.02	0.00325	0.0762
92	29.5672	0.0026	0.000	0.0000	3.64	0.21	0.77	2.62	0.032	0.02	0.00325	0.0762
93	38.9582	0.0025	0.000	0.0000	4.80	0.21	1.01	2.62	0.032	0.02	0.00325	0.0762
94	38.9582	0.0025	0.000	0.0000	4.80	0.21	1.01	2.62	0.032	0.02	0.00325	0.0762
95	49.8029	0.0087	0.002	0.0001	2.73	0.32	0.87	2.43	0.061	0.03	0.00930	0.1143
96	53.9695	0.0166	0.000	0.0000	1.66	0.39	0.65	2.17	0.086	0.04	0.01748	0.1524
97	138.633	0.0096	0.000	0.0000	4.27	0.33	1.41	2.31	0.065	0.04	0.01321	0.1524
98	49.6437	0.0016	0.001	0.0001	2.72	0.17	0.46	2.61	0.023	0.03	0.00351	0.1143
99	44.4264	0.0031	0.001	0.0001	2.43	0.24	0.58	2.54	0.038	0.03	0.00579	0.1143
100	44.7813	0.0071	0.004	0.0002	2.45	0.30	0.74	2.45	0.057	0.03	0.00869	0.1143
101	22.9723	0.0148	0.001	0.0001	1.26	0.37	0.47	2.34	0.080	0.03	0.01219	0.1143
102	70.8055	0.0065	0.001	0.0001	3.88	0.29	1.12	2.47	0.053	0.03	0.00808	0.1143
103	88.9715	0.0054	0.000	0.0000	4.87	0.28	1.36	2.49	0.049	0.03	0.00747	0.1143
104	65.3804	0.0073	0.000	0.0000	3.58	0.30	1.07	2.45	0.057	0.03	0.00869	0.1143
105	66.5802	0.0072	0.000	0.0000	3.65	0.30	1.09	2.45	0.057	0.03	0.00869	0.1143
106	60.7791	0.0080	0.000	0.0000	3.33	0.32	1.07	2.43	0.061	0.03	0.00930	0.1143
107	98.9476	0.0232	0.000	0.0000	3.05	0.43	1.31	2.07	0.102	0.04	0.02073	0.1524
108	85.6911	0.0268	0.000	0.0000	2.64	0.45	1.19	2.03	0.108	0.04	0.02195	0.1524
109	60.5928	0.0379	0.000	0.0000	1.87	0.49	0.91	1.88	0.129	0.04	0.02621	0.1524

CALCULO HIDRAULICO												
		RELACION DE CAUDALES				RELACION DE VELOCIDADES			TIRANTE			
	Q_{TLL} (l.p.s.)	Q/Q_{TLL}	Q_{max}/Q_{TLL}	Q_{min}/Q_{TLL}	V_{TLL} (m/s)	V/V_{TLL}	V_p (m/s)	$V_{critica}$	Y/D	y_{min}	Y	y_{max}
110	60.5928	0.0379	0.000	0.0000	1.87	0.49	0.91	1.88	0.129	0.04	0.02621	0.1524
111	340.865	0.0355	0.026	0.0017	3.43	0.48	1.65	1.23	0.125	0.07	0.04445	0.2667
112	358.179	0.0378	0.000	0.0000	3.60	0.49	1.77	1.17	0.129	0.07	0.04587	0.2667
113	358.179	0.0378	0.000	0.0000	3.60	0.49	1.77	1.17	0.129	0.07	0.04587	0.2667
114	358.179	0.0378	0.000	0.0000	3.60	0.49	1.77	1.17	0.129	0.07	0.04587	0.2667
115	358.179	0.0378	0.000	0.0000	3.60	0.49	1.77	1.17	0.129	0.07	0.04587	0.2667
116	358.179	0.0378	0.000	0.0000	3.60	0.49	1.77	1.17	0.129	0.07	0.04587	0.2667
117	50.3299	0.0020	0.000	0.0000	2.76	0.21	0.58	2.57	0.032	0.03	0.00488	0.1143
118	126.858	0.0550	0.000	0.0000	2.50	0.55	1.38	1.40	0.156	0.05	0.03962	0.1905
119	126.858	0.0551	0.000	0.0000	2.50	0.55	1.38	1.40	0.156	0.05	0.03962	0.1905
120	200.579	0.0355	0.000	0.0000	3.96	0.48	1.90	1.69	0.125	0.05	0.03175	0.1905
121	133.049	0.0635	0.000	0.0000	2.62	0.57	1.50	1.30	0.167	0.05	0.04242	0.1905
122	107.882	0.0783	0.000	0.0000	2.13	0.61	1.30	1.12	0.186	0.05	0.04724	0.1905
123	107.882	0.0783	0.000	0.0000	2.13	0.61	1.30	1.12	0.186	0.05	0.04724	0.1905

#	CALCULO HIDRAULICO						COTAS BATEA		COTAS FONDO		
	$V^2/2g$	Energia	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1	0.007	0.0169	99.6947	0.0165	1	1.1916	Flujo Supercrítico	869.509	869.101	869.3586	868.9506
2	0.054	0.0613	103.3616	0.0176	15	3.7959	Flujo Supercrítico	869.063	865.867	868.9126	865.7166
3	0.061	0.0692	102.4449	0.0173	15	3.8898	Flujo Supercrítico	865.723	862.47	865.5726	862.32
4	0.033	0.0453	96.2569	0.0156	5	2.3322	Flujo Supercrítico	862.256	860.898	862.1056	860.7484
5	0	0	114.5916	0.0208	40	-	-	858.133	855.341	857.9834	855.191
6	0	0	114.5916	0.0208	46	-	-	860.407	857.878	860.2574	857.7284
7	0.027	0.0298	111.0774	0.0198	39	4.8468	Flujo Supercrítico	857.845	853.777	857.6954	853.6271
8	0.005	0.0104	105.8826	0.0183	2	1.2679	Flujo Supercrítico	853.769	853.467	853.6194	853.3172
9	0.024	0.0268	111.0774	0.0198	35	4.5753	Flujo Supercrítico	854.98	853.904	854.8304	853.754
10	0.011	0.0188	103.2852	0.0175	3	1.7317	Flujo Supercrítico	853.469	853.148	853.3194	852.9984
11	0.007	0.0178	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico	853.118	853.037	852.9684	852.8874
12	0.007	0.0178	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico	853.007	852.859	852.8574	852.7086
13	0.007	0.0178	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico	852.825	852.671	852.6754	852.5214
14	0.007	0.0178	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico	852.646	852.354	852.4964	852.2040
15	0.007	0.0178	97.7848	0.016	1	1.0921	Flujo Supercrítico	852.327	852.007	852.1774	851.8572
16	0.025	0.041	89.8398	0.0138	2	1.7262	Flujo Supercrítico	860.873	859.48	860.7226	859.3303
17	0	0	114.5916	0.0208	30	-	-	866.356	864.449	866.2064	864.29878
18	0.01	0.0118	111.0774	0.0198	14	2.8532	Flujo Supercrítico	864.419	863.664	864.2694	863.51431
19	0.024	0.0261	111.0774	0.0198	34	4.5087	Flujo Supercrítico	863.676	858.924	863.5264	858.77358
20	0.014	0.018	108.7856	0.0191	10	2.7035	Flujo Supercrítico	858.853	858.452	858.7034	858.30170
21	0.089	0.1002	97.632	0.0159	13	3.9714	Flujo Supercrítico	859.45	853.328	859.2996	853.1779
22	0.005	0.0089	109.3203	0.0193	4	1.7498	Flujo Supercrítico	869.92	869.11	869.7696	868.96023
23	0.011	0.0156	107.2577	0.0187	5	2.0929	Flujo Supercrítico	865.617	864.523	865.4666	864.3734
24	0.032	0.0373	107.2577	0.0187	17	3.6451	Flujo Supercrítico	860.74	857.847	860.5896	857.69671

#	CALCULO HIDRAULICO						COTAS BATEA		COTAS FONDO		
	V ² /2g	Energia	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
25	0.059	0.0644	105.8826	0.0183	23	4.4983	Flujo Supercrítico	857.821	853.816	857.6706	853.66632
26	0.071	0.0861	92.1316	0.0144	7	3.0879	Flujo Supercrítico	853.198	850.003	853.0476	849.8531
27	0.016	0.0198	109.3203	0.0193	13	3.0527	Flujo Supercrítico	862.54	858.263	862.3896	858.1133
28	0.046	0.0512	107.2577	0.0187	24	4.3567	Flujo Supercrítico	858.103	854.021	857.9526	853.8706
29	0.058	0.0639	105.8826	0.0183	22	4.4804	Flujo Supercrítico	853.971	850.066	853.8206	849.9156
30	0.024	0.0287	107.2577	0.0187	12	3.1277	Flujo Supercrítico	853.84	849.917	853.6896	849.76675
31	0.044	0.0649	82.8115	0.0119	2	2.0363	Flujo Supercrítico	849.853	848.694	849.7028	848.5444
32	0.048	0.0699	81.5892	0.0116	2	2.0911	Flujo Supercrítico	848.66	848.599	848.5098	848.4494
33	0.023	0.0314	101.5281	0.017	5	2.2846	Flujo Supercrítico	851.593	849.22	851.4426	849.070152
34	0.151	0.1688	88.3119	0.0134	11	4.1622	Flujo Supercrítico	848.566	845.028	848.4158	844.87772
35	0.162	0.1784	90.1454	0.0139	14	4.4671	Flujo Supercrítico	844.999	844.236	844.8488	844.0858
36	0.009	0.0138	107.2577	0.0187	5	1.9106	Flujo Supercrítico	858.434	856.81	858.2836	856.66035
37	0.005	0.0099	107.2577	0.0187	3	1.4297	Flujo Supercrítico	857.397	856.482	857.2466	856.3317
38	0.006	0.0128	104.5075	0.0179	2	1.3442	Flujo Supercrítico	856.777	856.247	856.6266	856.097019
39	0.005	0.0122	104.5075	0.0179	2	1.2758	Flujo Supercrítico	856.457	855.992	856.3066	855.8422
40	0.007	0.0178	98.3196	0.0161	1	1.1392	Flujo Supercrítico	855.966	855.489	855.8156	855.338551
41	0.106	0.1156	100.6114	0.0168	21	4.7824	Flujo Supercrítico	855.459	845.91	855.3086	845.76005
42	0.016	0.0236	103.3616	0.0176	4	2.0791	Flujo Supercrítico	858.403	856.873	858.2526	856.723365
43	0.02	0.0283	101.5281	0.017	5	2.1253	Flujo Supercrítico	856.844	855.123	856.6936	854.97289
44	0.045	0.0548	100.6114	0.0168	9	3.1276	Flujo Supercrítico	855.095	851.838	854.9446	851.6875
45	0.018	0.0227	107.2577	0.0187	9	2.7019	Flujo Supercrítico	852.388	849.356	852.2376	849.2056
46	0.074	0.0837	100.6114	0.0168	15	4.0008	Flujo Supercrítico	851.808	846.205	851.6576	846.0551
47	0.089	0.1044	90.7565	0.014	8	3.3421	Flujo Supercrítico	845.883	844	845.7326	843.850418
48	0.09	0.1054	90.7565	0.014	8	3.3618	Flujo Supercrítico	843.971	843.57	843.8206	843.4198
49	0.017	0.0423	76.3944	0.0103	2	1.1543	Flujo Supercrítico	843.487	843.258	843.3368	843.10775

#	CALCULO HIDRAULICO							COTAS BATEA		COTAS FONDO	
	V ² /2g	Energia	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
50	0.023	0.028	107.2577	0.0187	12	3.0807	Flujo Supercrítico	856.587	852.764	856.4366	852.61395
51	0.024	0.0287	107.2577	0.0187	12	3.1277	Flujo Supercrítico	856.676	852.741	856.5256	852.59136
52	0.047	0.0549	103.3616	0.0176	13	3.5656	Flujo Supercrítico	852.714	847.952	852.5636	847.80185
53	0.006	0.0111	107.2577	0.0187	3	1.5985	Flujo Supercrítico	849.189	848.22	849.0386	848.0698
54	0.069	0.0777	101.5281	0.017	16	3.9865	Flujo Supercrítico	847.923	842.028	847.7726	841.87785
55	0.016	0.0198	109.3203	0.0193	13	3.0527	Flujo Supercrítico	844.994	843.953	844.8436	843.8027
56	0.016	0.0209	107.2577	0.0187	8	2.5633	Flujo Supercrítico	843.02	842.462	842.8696	842.3116
57	0.006	0.0138	103.3616	0.0176	2	1.302	Flujo Supercrítico	841.789	841.509	841.6386	841.359
58	0.172	0.2046	66.0811	0.0079	3	3.269	Flujo Supercrítico	841.35	839.012	841.2	838.8618
59	0.129	0.165	61.1155	0.0068	2	2.6979	Flujo Supercrítico	838.979	838.799	838.829	838.6487
60	0.137	0.172	62.2614	0.0071	6	2.8079	Flujo Supercrítico	838.068	837.317	837.918	837.1668
61	0.005	0.0082	109.3203	0.0193	4	1.6317	Flujo Supercrítico	839.945	839.115	839.7946	838.9654
62	0.01	0.0156	105.8826	0.0183	4	1.8408	Flujo Supercrítico	839.083	838.446	838.9326	838.296224
63	0.016	0.0209	107.2577	0.0187	8	2.5633	Flujo Supercrítico	839.483	837.009	839.3326	836.85895
64	0.007	0.0149	102.4449	0.0173	2	1.2966	Flujo Supercrítico	836.979	836.495	836.8286	836.3448
65	0	0	114.5916	0.0208	24	-	-	867.716	863.969	867.5656	863.8192
66	0	0	114.5916	0.0208	39	-!	-	863.789	858.457	863.6386	858.3072
67	0	0	114.5916	0.0208	9	-	-	858.39	857.066	858.2396	856.9157
68	0.007	0.0149	102.4449	0.0173	2	1.2966	Flujo Supercrítico	857.04	856.465	856.8896	856.3147
69	0	0	114.5916	0.0208	11	-	-	867.366	866.305	867.2156	866.15465
70	0.021	0.0262	107.2577	0.0187	11	2.9598	Flujo Supercrítico	863.239	861.451	863.0886	861.3006
71	0.05	0.0547	107.2577	0.0187	26	4.5212	Flujo Supercrítico	860.808	856.524	860.6576	856.3736
72	0.047	0.0543	103.3616	0.0176	13	3.5418	Flujo Supercrítico	856.446	851.91	856.2956	851.76014
73	0.09	0.1054	90.7565	0.014	8	3.3618	Flujo Supercrítico	863.879	862.93	863.7286	862.77952
74	0.017	0.0423	76.3944	0.0103	2	1.1543	Flujo Supercrítico	865.39	859.459	865.2396	859.3092

#	CALCULO HIDRAULICO						COTAS BATEA		COTAS FONDO		
	$V^2/2g$	Energia	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
75	0.043	0.0476	107.2577	0.0187	22	4.1858	Flujo Supercrítico	857.812	855.499	857.6616	855.3492
76	0.066	0.0707	107.2577	0.0187	34	5.1973	Flujo Supercrítico	854.95	851.79	854.7996	851.6398
77	0.078	0.0876	99.6947	0.0165	14	3.9612	Flujo Supercrítico	851.763	846.472	851.6126	846.32186
78	0.028	0.0315	109.3203	0.0193	23	3.9969	Flujo Supercrítico	853.996	850.158	853.8456	850.008
79	0.029	0.0327	109.3203	0.0193	24	4.0793	Flujo Supercrítico	849.063	847.114	848.9126	846.96385
80	0.137	0.1459	100.6114	0.0168	27	5.4204	Flujo Supercrítico	846.425	841.647	846.2746	841.49702
81	0.119	0.1299	98.3196	0.0161	19	4.6913	Flujo Supercrítico	841.616	837.685	841.4656	837.53538
82	0.035	0.0385	109.3203	0.0193	28	4.4686	Flujo Supercrítico	865.540	859.609	865.3896	859.4586
83	0.033	0.0380	107.2577	0.0187	17	3.6849	Flujo Supercrítico	856.085	854.055	855.9346	853.90534
84	0.006	0.0109	107.2577	0.0187	3	1.5755	Flujo Supercrítico	854.496	854.072	854.3456	853.9223
85	0.005	0.0071	111.0774	0.0198	7	2.0175	Flujo Supercrítico	865.202	864.836	865.0524	864.6863
86	0.032	0.0343	111.0774	0.0198	46	5.2277	Flujo Supercrítico	864.810	858.545	864.6604	858.3953
87	0.032	0.0354	109.7023	0.0194	29	4.4464	Flujo Supercrítico	858.441	855.924	858.2914	855.7742
88	0.041	0.0447	109.7023	0.0194	38	5.0507	Flujo Supercrítico	855.402	853.976	855.2524	853.8264
89	0.046	0.0513	107.2577	0.0187	24	4.3634	Flujo Supercrítico	853.100	847.349	852.9496	847.19896
90	0.116	0.1206	107.2577	0.0187	60	6.8886	Flujo Supercrítico	846.847	841.591	846.6966	841.44135
91	0.031	0.0344	109.7023	0.0194	28	4.3741	Flujo Supercrítico	855.916	853.615	855.7664	853.4654
92	0.030	0.0331	109.7023	0.0194	27	4.2857	Flujo Supercrítico	853.490	851.448	853.3404	851.29848
93	0.052	0.0551	109.7023	0.0194	47	5.6469	Flujo Supercrítico	851.362	849.112	851.2124	848.9624
94	0.052	0.0551	109.7023	0.0194	47	5.6469	Flujo Supercrítico	848.514	847.697	848.3644	847.5469
95	0.039	0.0482	100.6114	0.0168	8	2.8912	Flujo Supercrítico	840.922	837.884	840.7716	837.73399
96	0.021	0.0389	88.3119	0.0134	2	1.5666	Flujo Supercrítico	837.435	837.377	837.2848	837.22661
97	0.017	0.0419	77.0055	0.0105	2	1.1636	Flujo Supercrítico	838.326	838.256	838.1758	838.10605
98	0.011	0.0144	109.3203	0.0193	9	2.4934	Flujo Supercrítico	866.304	863.976	866.1536	863.82607
99	0.017	0.0232	105.8826	0.0183	7	2.4508	Flujo Supercrítico	863.976	863.052	863.826	862.901

#	CALCULO HIDRAULICO							COTAS BATEA		COTAS FONDO	
	V ² /2g	Energia	Angulo de flujo critico	Rh	T ARRASTRE	NF	TIPO DE FLUJO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
100	0.028	0.0363	101.5281	0.017	6	2.5213	Flujo Supercrítico	862.773	859.928	862.6226	859.7779
101	0.011	0.0232	96.2569	0.0156	2	1.3465	Flujo Supercrítico	859.894	859.59	859.7436	859.440
102	0.065	0.0726	102.4449	0.0173	16	3.9964	Flujo Supercrítico	859.559	854.608	859.4086	854.4581
103	0.095	0.1024	103.3616	0.0176	26	5.0425	Flujo Supercrítico	854.555	849.404	854.4046	849.253
104	0.059	0.0675	101.5281	0.017	14	3.681	Flujo Supercrítico	849.371	844.277	849.2206	844.1265
105	0.061	0.0697	101.5281	0.017	14	3.7486	Flujo Supercrítico	844.124	838.918	843.9736	838.7681
106	0.058	0.0672	100.6114	0.0168	12	3.5284	Flujo Supercrítico	838.858	835.611	838.7076	835.461
107	0.088	0.1084	83.4227	0.0121	5	2.9078	Flujo Supercrítico	843.792	843.173	843.6418	843.0234
108	0.072	0.0939	81.5892	0.0116	3	2.5611	Flujo Supercrítico	843.146	842.379	842.9958	842.229
109	0.043	0.0689	75.1721	0.01	1	1.8043	Flujo Supercrítico	842.296	841.917	842.1458	841.7672
110	0.043	0.0689	75.1721	0.01	1	1.8043	Flujo Supercrítico	841.889	841.349	841.7388	841.1994
111	0.138	0.1826	47.7465	0.0043	1	2.4932	Flujo Supercrítico	841.163	840.617	841.0134	840.4674
112	0.159	0.2048	45.6074	0.0039	1	2.6327	Flujo Supercrítico	840.585	840.006	840.4354	839.8561
113	0.159	0.2048	45.6074	0.0039	1	2.6327	Flujo Supercrítico	839.973	839.43	839.8234	839.2804
114	0.159	0.2048	45.6074	0.0039	1	2.6327	Flujo Supercrítico	839.399	838.917	839.2494	838.7665
115	0.159	0.2048	45.6074	0.0039	1	2.6327	Flujo Supercrítico	838.884	838.304	838.7344	838.1540
116	0.159	0.2048	45.6074	0.0039	1	2.6327	Flujo Supercrítico	838.272	836.529	838.1224	836.3794
117	0.017	0.022	107.2577	0.0187	9	2.6473	Flujo Supercrítico	838.415	838.157	838.2646	838.0068
118	0.097	0.1361	55.0039	0.0056	1	2.2072	Flujo Supercrítico	837.286	837.002	837.136	836.8518
119	0.097	0.1361	55.0039	0.0056	1	2.2072	Flujo Supercrítico	836.968	836.29	836.818	836.1404
120	0.184	0.2155	66.8451	0.0081	4	3.4024	Flujo Supercrítico	836.258	835.798	836.108	835.648
121	0.114	0.1564	50.8023	0.0048	1	2.3187	Flujo Supercrítico	835.326	834.943	835.176	834.7932
122	0.086	0.1331	43.5448	0.0036	1	1.9065	Flujo Supercrítico	834.911	834.241	834.761	834.09145
123	0.086	0.1331	43.5448	0.0036	1	1.9065	Flujo Supercrítico	834.22	833.582	834.07	833.43195

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Resultado de SEWERCAD (Análisis comparado de resultados)

Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Material	Manning's n	Diameter (mm)	Flow Desing (L/s)	Length (Unified) (m)	Slope (%)	Capacity (Full Flow) (L/s)
MH-1	869.509	MH-2	869.1	PVC	0.009	150	0.194	51	0.8	19.676
MH-2	869.063	MH-3	865.87	PVC	0.009	150	0.35	37.6	8.5	64.135
MH-3	865.723	MH-84	862.47	PVC	0.009	150	0.457	36.14	9.001	65.998
MH-84	862.256	MH-7	860.9	PVC	0.009	150	0.564	45.24	3.002	38.113
MH-7	860.873	MH-8	859.48	PVC	0.009	150	0.74	92.82	1.501	26.949
MH-8	859.45	MH-9	853.33	PVC	0.009	150	0.82	72.02	8.5	64.136
MH-10	869.92	MH-11	869.11	PVC	0.009	150	0.04	35.19	2.302	33.375
MH-11	865.617	MH-12	864.52	PVC	0.009	150	0.079	36.44	3.002	38.116
MH-12	860.74	MH-21	857.85	PVC	0.009	150	0.138	31.79	9.1	66.361
MH-21	857.821	MH-9	853.82	PVC	0.009	150	0.256	31.78	12.602	78.092
MH-9	853.198	MH-23	849.85	PVC	0.009	150	1.117	63.89	5.236	50.335
MH-12.1	862.54	MH-13	858.26	PVC	0.009	150	0.118	61.09	7.001	58.206
MH-13	858.103	MH-22	854.02	PVC	0.009	150	0.196	31.4	13	79.315
MH-22	853.971	MH-23	850.07	PVC	0.009	150	0.274	28.346	13.776	81.648
MH-30	853.84	MH-23	849.92	PVC	0.009	150	0.175	58.55	6.7	56.942
MH-23	849.853	MH-27	848.66	PVC	0.009	200	1.741	41.148	2.899	80.668
MH-27	848.66	MH-24	848.6	PVC	0.009	200	1.859	3.02	2.02	67.331
MH-26	851.593	MH-24	849.22	PVC	0.009	150	0.316	76.04	3.121	38.861
MH-24	848.566	MH-25	845.03	PVC	0.009	200	2.293	42.12	8.4	137.306
MH-25	844.999	MH-100	844.24	PVC	0.009	200	2.293	7.63	10	149.815
MH-14.1	858.434	MH-15	856.81	PVC	0.009	150	0.079	64.93	2.501	34.79
MH-15.1	857.397	MH-31	856.48	PVC	0.009	150	0.06	65.35	1.4	26.03
MH-15	856.777	MH-16	856.25	PVC	0.009	150	0.119	47.71	1.111	23.186
MH-31	856.457	MH-32	855.99	PVC	0.009	150	0.1	46.44	1.001	22.012

MH-32	855.966	MH-16	855.46	PVC	0.009	150	0.218	67.19	0.755	19.109
MH-16	855.459	MH-17	845.91	PVC	0.009	150	0.686	74.25	12.861	78.889
MH-13.1	858.403	MH-14	856.87	PVC	0.009	150	0.195	59.97	2.551	35.137
MH-14	856.844	MH-29	855.12	PVC	0.009	150	0.293	63.73	2.7	36.15
MH-29	855.095	MH-28	851.84	PVC	0.009	150	0.45	59.22	5.5	51.589
MH-28.1	852.388	MH-27	849.36	PVC	0.009	150	0.118	60.64	5	49.189
MH-28	851.808	MH-17	846.21	PVC	0.009	150	0.587	62.25	9.001	65.997
MH-17	845.883	MH-18	844	PVC	0.009	150	1.39	31.74	5.933	53.58
MH-18	843.971	MH-19	843.57	PVC	0.009	150	1.391	6.68	6.003	53.897
MH-19	843.487	MH-156	840.59	Steel	0.014	200	1.391	15.27	19.005	132.769
MH-31.1	856.587	MH-35	852.76	PVC	0.009	150	0.118	58.81	6.501	56.087
MH-43.1	856.676	MH-35	852.74	PVC	0.009	150	0.118	58.72	6.701	56.946
MH-35	852.714	MH-36	847.95	PVC	0.009	150	0.314	63.49	7.5	60.246
MH-151	849.189	MH-36	848.22	PVC	0.009	150	0.06	55.36	1.75	29.104
MH-36	847.923	MH-37	842.03	PVC	0.009	150	0.53	62.05	9.5	67.804
MH-20	844.994	MH-102	843.95	PVC	0.009	150	0.058	14.87	7.001	58.204
MH-102	843.02	MH-61	842.46	PVC	0.009	150	0.097	12.4	4.5	46.665
MH-61	841.789	MH-37	841.51	PVC	0.009	150	0.137	27.96	1.001	22.014
MH-37	841.34	MH-38	839	PVC	0.009	250	7.048	51.96	4.5	182.208
MH-38	838.979	MH-63	838.07	PVC	0.009	250	7.136	6.01	15.158	334.428
MH-63	838.068	MH-131	837.32	Steel	0.014	250	7.392	9.39	7.998	156.165
MH-41	839.945	MH-40	839.12	PVC	0.009	150	0.04	41.46	2.002	31.125
MH-40	839.083	MH-39	838.48	PVC	0.009	150	0.099	30.16	2.016	31.233
MH-91	839.483	MH-92	837.01	PVC	0.009	150	0.098	54.97	4.501	46.668
MH-92	836.979	MH-93	836.5	PVC	0.009	150	0.138	48.38	1	22.003
MH-104	867.716	MH-48	863.97	PVC	0.009	150	0.02	31.22	12.002	76.21
MH-48	863.789	MH-103	858.39	PVC	0.009	150	0.021	28.06	19.241	96.493
MH-103	858.39	MH-42	857.07	PVC	0.009	150	0.022	29.42	4.5	46.667
MH-42	857.04	MH-43	856.47	PVC	0.009	150	0.14	57.49	1	22
MH-104.1	867.366	MH-49	866.31	PVC	0.009	150	0.02	19.29	5.5	51.591

MH-49	863.239	MH-53	861.45	PVC	0.009	150	0.111	29.8	6	53.884
MH-53	860.808	MH-43	856.52	PVC	0.009	150	0.208	30.6	14	82.309
MH-43	856.446	MH-44	851.91	PVC	0.009	150	0.364	61.29	7.401	59.845
MH-49.1	866.639	MH-50	865.69	PVC	0.009	150	0.06	57.52	1.65	28.256
MH-50	865.39	MH-56	859.46	PVC	0.009	150	0.118	28.24	21.002	100.813
MH-56	857.812	MH-57	855.5	PVC	0.009	150	0.158	19.27	12.003	76.213
MH-57	854.95	MH-44	851.79	PVC	0.009	150	0.197	17.08	18.501	94.62
MH-44	851.763	MH-45	846.47	PVC	0.009	150	0.64	59.85	8.84	65.407
MH-59.1	853.996	MH-60	850.16	PVC	0.009	150	0.078	31.98	12.001	76.207
MH-60	849.063	MH-45	847.11	PVC	0.009	150	0.079	15.59	12.502	77.78
MH-45	846.425	MH-47	841.65	PVC	0.009	150	0.777	28.92	16.521	89.415
MH-47	841.616	MH-46	837.69	PVC	0.009	150	0.894	32.64	12.044	76.341
MH-50.1	865.54	MH-105	859.61	PVC	0.009	150	0.098	39.54	15	85.198
MH-105	856.085	MH-51	854.06	PVC	0.009	150	0.137	21.82	9.303	67.097
MH-59	854.496	MH-51	854.07	PVC	0.009	150	0.059	24.9	1.703	28.706
MH-51	853.1	MH-55	847.35	PVC	0.009	150	0.215	44.1	13.041	79.44
MH-55	846.847	MH-64	841.59	PVC	0.009	150	0.313	16.17	32.505	125.417
MH-64	840.922	MH-62	837.88	PVC	0.009	200	0.431	64.63	4.701	102.714
MH-46	837.435	MH-62	837.38	PVC	0.009	200	0.894	4.89	1.186	51.596
MH-62	837.326	OF-3	837.26	PVC	0.009	200	1.325	4.65	1.505	58.127
MH-100	843.792	MH-101	843.17	Steel	0.014	200	2.294	15.46	4.004	60.941
MH-101	843.146	MH-94	842.38	PVC	0.009	200	2.295	25.56	3.001	82.068
MH-94	842.296	MH-154	841.92	PVC	0.009	200	2.296	25.24	1.502	58.054
MH-154	841.889	MH-155	841.35	PVC	0.009	200	2.298	35.96	1.502	58.055
MH-155	841.163	MH-156	840.62	PVC	0.009	355	12.117	22.75	2.4	338.991
MH-156	840.585	MH-114	840.01	PVC	0.009	355	13.529	21.86	2.649	356.121
MH-114	839.973	MH-115	839.43	PVC	0.009	355	13.531	20.49	2.65	356.215
MH-115	839.399	MH-117	838.92	PVC	0.009	355	13.532	18.22	2.645	355.904
MH-117	838.884	MH-159	838.3	PVC	0.009	355	13.534	21.9	2.648	356.103
MH-159	838.272	OF-1	836.53	PVC	0.009	355	13.534	65.77	2.65	356.22

MH-131	837.286	MH-132	837	PVC	0.009	250	7.491	33.88	0.838	78.644
MH-132	836.968	MH-93	836.29	PVC	0.009	250	7.494	9.2	7.37	233.186
MH-39	838.475	MH-131	838.22	PVC	0.009	150	0.099	5.37	4.804	48.218
MH-93	836.258	MH-133	835.8	PVC	0.009	250	7.632	9.2	5	192.073
MH-133	835.326	MH-134	834.94	PVC	0.009	250	8.959	17.4	2.201	127.44
MH-134	834.911	MH-77	834.24	Steel	0.014	250	8.45	19.13	3.502	103.342
MH-77	834.22	OF-3	833.58	PVC	0.009	250	8.451	18.23	3.5	160.693

Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)	Velocity (Average) (m/s)	Depth (Normal) (m)	Tractive Stress (Calculated) (Pascals)	Froude Number (Normal)	Specific Energy (In) (mm)
870.911	870.865	1.252	1.614	0.35	0.0106	0.534	1.099	16.4
870.865	867.275	1.652	1.258	0.97	0.008	4.318	3.46	22.1
867.275	863.968	1.402	1.348	1.07	0.0089	5.107	3.605	25.3
863.968	862.795	1.562	1.747	0.78	0.0127	2.394	2.214	28.2
862.795	862.412	1.772	2.782	0.66	0.0171	1.587	1.621	32.4
862.412	855.45	2.812	1.972	1.26	0.0118	6.329	3.709	34.1
874.892	870.469	4.822	1.209	0.32	0.0039	0.581	1.632	7.4
870.469	865.892	4.702	1.219	0.43	0.005	0.97	1.954	10.4
865.892	859.283	5.002	1.286	0.76	0.005	2.946	3.402	13.8
859.283	855.45	1.312	1.484	1.02	0.0062	5.022	4.143	18.8
855.45	853.076	2.102	3.073	1.16	0.0154	5.027	2.989	40
865.892	859.855	3.202	1.442	0.66	0.005	2.238	2.985	12.7

859.855	855.863	1.602	1.692	0.94	0.0055	4.597	4.041	16.4
855.863	853.076	1.742	2.86	1.07	0.0063	5.558	4.325	19.5
856.992	853.076	3.002	3.009	0.71	0.0062	2.644	2.889	15.5
853.076	851.353	3.023	2.493	1.04	0.0203	3.665	2.33	46.3
851.353	851.169	2.493	2.37	0.93	0.0229	2.854	1.974	47.9
853.545	849.2297	1.802	1.799	0.66	0.0096	1.907	2.142	21
851.169	846.952	2.403	1.724	1.64	0.018	9.45	3.905	53.4
846.952	845.765	1.753	1.329	1.75	0.0172	10.805	4.244	53.4
859.886	858.799	1.302	1.839	0.4	0.0053	0.852	1.757	10.4
858.799	858.819	1.252	2.187	0.3	0.0053	0.48	1.317	9
858.799	858.271	1.872	1.874	0.34	0.0077	0.548	1.247	12.8
858.819	858.748	2.212	2.606	0.31	0.0074	0.471	1.157	11.7
858.748	858.271	2.632	2.662	0.36	0.0112	0.532	1.102	17.4
858.271	848.725	2.662	2.665	1.36	0.01	8.104	4.368	31.1
859.855	859.886	1.302	2.863	0.53	0.008	1.306	1.897	16.4
859.886	857.127	2.892	1.854	0.61	0.0096	1.648	1.993	20.2
857.127	853.74	1.882	1.752	0.89	0.01	3.471	2.857	25.1
853.74	851.353	1.202	1.847	0.58	0.0054	1.745	2.499	12.7
853.74	848.725	1.782	2.37	1.15	0.0101	5.731	3.659	28.7
848.725	846.843	2.692	2.693	1.3	0.0166	6.113	3.212	44.8
846.843	846.41	2.722	2.69	1.3	0.0166	6.171	3.23	44.9
846.41	846.101	2.723	5.316	1.37	0.0145	17.375	3.629	41.3
858.819	854.596	2.082	1.682	0.63	0.0051	2.142	2.807	12.7
858.528	854.596	1.702	1.705	0.65	0.005	2.165	2.92	12.7
854.596	849.745	1.732	1.643	0.9	0.0078	3.729	3.242	20.9
853.491	849.745	4.152	1.375	0.33	0.005	0.564	1.492	9
849.745	843.664	1.672	1.486	1.14	0.0095	5.701	3.729	27.3

848.246	845.372	3.102	1.269	0.53	0.0036	1.615	2.832	8.9
845.372	843.911	2.202	1.299	0.53	0.005	1.456	2.393	11.5
843.911	843.664	1.972	2.005	0.35	0.0085	0.541	1.196	13.7
843.664	841.293	2.074	2.041	1.79	0.0336	9.242	3.124	89.6
841.293	840.932	2.064	2.614	2.75	0.0253	23.827	5.526	90.2
840.932	840.42	2.614	2.853	1.63	0.037	17.985	2.707	91.9
841.297	841.405	1.202	2.14	0.3	0.004	0.522	1.526	7.4
841.405	840.877	2.172	2.252	0.41	0.0061	0.789	1.661	11.6
841.735	838.791	2.102	1.632	0.52	0.0051	1.482	2.335	11.6
838.791	839.292	1.662	2.647	0.35	0.0085	0.542	1.196	13.8
869.098	865.331	1.232	1.212	0.44	0.002	1.536	3.195	5.2
865.331	859.962	1.392	1.422	0.54	0.0018	2.247	4.032	5.3
859.962	858.722	1.422	1.506	0.34	0.0025	0.733	2.163	5.4
858.722	858.528	1.532	1.913	0.35	0.0086	0.546	1.196	13.9
869.098	868.091	1.582	1.636	0.36	0.0023	0.811	2.407	5.2
868.091	862.87	4.702	1.269	0.61	0.005	1.933	2.763	12.3
862.87	858.528	1.912	1.854	0.98	0.0056	5	4.203	16.9
858.528	853.885	1.932	1.825	0.93	0.0084	3.954	3.247	22.5
868.091	867.142	1.302	1.302	0.32	0.0051	0.546	1.416	9
867.142	860.864	1.602	1.255	0.96	0.0039	5.238	4.925	12.7
860.864	856.942	2.902	1.293	0.87	0.005	3.879	3.908	14.7
856.942	853.885	1.842	1.945	1.08	0.005	5.992	4.851	16.5
853.885	848.597	1.972	1.975	1.17	0.0105	5.878	3.651	30
856.648	851.715	2.502	1.407	0.7	0.0036	2.806	3.71	10.3
851.715	848.597	2.502	1.333	0.71	0.0036	2.912	3.786	10.4
848.597	843.818	2.022	2.021	1.55	0.01	10.408	4.95	33.2
843.818	839.888	2.052	2.053	1.47	0.0113	8.601	4.405	35.7

867.142	860.987	1.452	1.228	0.81	0.0038	3.71	4.16	11.6
860.987	855.432	4.752	1.227	0.76	0.005	2.984	3.441	13.7
856.648	855.432	2.002	1.21	0.33	0.005	0.548	1.472	9
855.432	848.999	2.182	1.5	0.97	0.0057	4.804	4.081	17.2
848.999	843.024	2.002	1.283	1.49	0.0055	11.545	6.396	20.9
843.024	840.929	1.902	2.845	0.81	0.0094	2.817	2.661	22.7
839.888	840.929	2.253	3.352	0.62	0.0183	1.357	1.47	32.9
840.929	837.071	3.403	-0.385	0.76	0.0209	1.951	1.684	40.2
845.765	844.939	1.773	1.566	0.93	0.0265	6.499	1.823	53.4
844.939	843.859	1.593	1.28	1.14	0.023	4.265	2.407	53.4
843.859	849.792	1.363	7.675	0.9	0.0272	2.492	1.741	53.4
849.792	845.869	7.703	4.32	0.9	0.0272	2.493	1.741	53.4
845.869	846.101	4.351	5.129	1.62	0.0459	6.754	2.409	106.8
846.101	843.509	5.161	3.148	1.73	0.0473	7.663	2.539	113.1
843.509	841.135	3.181	1.35	1.73	0.0473	7.666	2.539	113.1
841.135	840.76	1.381	1.488	1.73	0.0473	7.656	2.537	113.1
840.76	840.598	1.521	1.939	1.73	0.0473	7.663	2.538	113.1
840.598	842.092	1.971	5.208	1.73	0.0473	7.667	2.539	113.1
840.42	839.422	2.884	2.17	1.01	0.0521	2.57	1.413	92.5
839.422	839.292	2.204	2.752	2.17	0.0307	13.914	3.963	92.5
840.877	840.42	2.252	2.053	0.55	0.005	1.545	2.472	11.6
839.292	838	2.784	1.952	1.9	0.034	10.395	3.297	93.4
838	838.045	2.424	2.852	1.5	0.0449	5.901	2.257	101.7
838.045	837.684	2.884	3.193	1.27	0.0484	10.044	1.842	98.6
837.684	837.071	3.214	3.239	1.73	0.039	8.249	2.801	98.6

ANEXO B

Tabla 32. Dotación de Agua

Rango de población	Dotación (L/Hab./Día)
0 - 5,000	100
5,000 - 10,000	105
10,000 - 15,000	110
15,000 - 20,000	120
20,000 - 30,000	130
30,000 - 50,000	155
50,000 - 100,000 y más	160

Fuente: (Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales) NTON

Tabla 33. Dotaciones especiales

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Fuente: (Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales) NTON

Tabla 34. Coeficiente de rugosidad de Manning

Material	Coeficiente "n"
Concreto	0.013
Polivinilo (PVC)	0.009
Polietileno (PE)	0.009
Asbesto-Cemento (AC)	0.010
Hierro galvanizado (H ^º G ^º)	0.014
Hierro Fundido (H ^º F ^º)	0.012
Fibra de vidrio	0.010

Fuente: (Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales) NTON

Tabla 35. Propiedades hidráulicas de tubo parcial y totalmente lleno

Qp/QLL	h/D	Vp/VII	Qp/QLL	h/D	Vp/VII
0.000	0.000	0.000	0.160	0.268	0.740
0.001	0.023	0.170	0.165	0.272	0.750
0.002	0.032	0.210	0.150	0.259	0.730
0.003	0.038	0.240	0.170	0.276	0.760
0.004	0.044	0.260	0.175	0.281	0.760
0.005	0.049	0.280	0.180	0.285	0.770
0.006	0.053	0.290	0.185	0.289	0.770
0.007	0.057	0.300	0.190	0.293	0.780
0.008	0.061	0.320	0.195	0.297	0.780
0.009	0.065	0.330	0.200	0.301	0.790
0.010	0.068	0.340	0.210	0.309	0.800
0.011	0.071	0.350	0.220	0.316	0.810
0.012	0.074	0.360	0.230	0.324	0.820
0.013	0.077	0.360	0.240	0.331	0.830
0.014	0.080	0.370	0.250	0.339	0.840
0.015	0.083	0.380	0.260	0.346	0.850
0.016	0.086	0.390	0.270	0.353	0.860
0.017	0.088	0.390	0.280	0.360	0.860
0.018	0.091	0.400	0.290	0.367	0.870
0.019	0.093	0.410	0.300	0.374	0.880
0.020	0.095	0.410	0.310	0.381	0.890
0.021	0.098	0.420	0.320	0.387	0.890
0.022	0.100	0.420	0.330	0.394	0.900
0.023	0.102	0.430	0.340	0.401	0.910
0.024	0.104	0.430	0.350	0.407	0.920
0.025	0.106	0.440	0.360	0.414	0.920
0.026	0.108	0.450	0.370	0.420	0.930
0.027	0.110	0.450	0.380	0.426	0.930
0.028	0.112	0.450	0.390	0.433	0.940
0.029	0.114	0.460	0.400	0.439	0.950
0.030	0.116	0.460	0.410	0.445	0.950
0.031	0.118	0.470	0.420	0.451	0.960
0.032	0.120	0.470	0.430	0.458	0.960
0.033	0.122	0.480	0.440	0.464	0.970
0.034	0.123	0.480	0.450	0.470	0.970
0.035	0.125	0.480	0.460	0.476	0.980
0.036	0.127	0.490	0.470	0.482	0.990
0.037	0.129	0.490	0.480	0.488	0.990
0.038	0.130	0.500	0.490	0.494	1.000

0.039	0.132	0.500	0.500	0.500	1.000
0.040	0.134	0.500	0.510	0.506	1.000
0.041	0.135	0.510	0.520	0.512	1.010
0.042	0.137	0.510	0.530	0.519	1.010
0.043	0.138	0.510	0.540	0.525	1.020
0.044	0.140	0.520	0.550	0.531	1.020
0.045	0.141	0.520	0.560	0.537	1.020
0.046	0.143	0.520	0.570	0.543	1.030
0.047	0.145	0.530	0.580	0.550	1.030
0.048	0.146	0.530	0.590	0.556	1.030
0.049	0.148	0.530	0.600	0.562	1.040
0.050	0.149	0.540	0.610	0.568	1.040
0.051	0.151	0.540	0.620	0.575	1.040
0.052	0.152	0.540	0.630	0.581	1.050
0.053	0.153	0.550	0.640	0.587	1.050
0.054	0.155	0.550	0.650	0.594	1.050
0.055	0.156	0.550	0.660	0.600	1.050
0.056	0.158	0.550	0.670	0.607	1.060
0.057	0.159	0.560	0.680	0.613	1.060
0.058	0.160	0.560	0.690	0.620	1.060
0.059	0.162	0.560	0.700	0.626	1.060
0.060	0.163	0.570	0.710	0.633	1.060
0.061	0.164	0.570	0.720	0.640	1.070
0.062	0.166	0.570	0.730	0.646	1.070
0.063	0.167	0.570	0.740	0.653	1.070
0.064	0.168	0.580	0.750	0.660	1.070
0.065	0.170	0.580	0.760	0.667	1.070
0.066	0.171	0.580	0.770	0.675	1.070
0.067	0.172	0.580	0.780	0.682	1.070
0.068	0.174	0.590	0.790	0.689	1.070
0.069	0.175	0.590	0.800	0.697	1.070
0.070	0.176	0.590	0.805	0.701	1.080
0.071	0.177	0.590	0.810	0.705	1.080
0.072	0.179	0.590	0.815	0.709	1.080
0.073	0.180	0.600	0.820	0.713	1.080
0.074	0.181	0.600	0.825	0.717	1.080
0.075	0.182	0.600	0.830	0.721	1.080
0.076	0.183	0.600	0.835	0.725	1.080
0.077	0.185	0.610	0.840	0.729	1.070
0.078	0.186	0.610	0.845	0.734	1.070
0.079	0.187	0.610	0.850	0.738	1.070
0.080	0.188	0.610	0.855	0.742	1.070

0.081	0.189	0.620	0.860	0.747	1.070
0.082	0.191	0.620	0.865	0.751	1.070
0.083	0.192	0.620	0.870	0.756	1.070
0.084	0.193	0.620	0.875	0.761	1.070
0.085	0.194	0.620	0.880	0.766	1.070
0.086	0.195	0.630	0.885	0.777	1.070
0.087	0.196	0.630	0.890	0.775	1.070
0.088	0.197	0.630	0.895	0.781	1.070
0.089	0.199	0.630	0.900	0.786	1.070
0.090	0.200	0.630	0.905	0.791	1.070
0.091	0.201	0.640	0.910	0.797	1.070
0.092	0.202	0.640	0.915	0.802	1.060
0.093	0.203	0.640	0.920	0.808	1.060
0.094	0.204	0.640	0.925	0.814	1.060
0.095	0.205	0.640	0.930	0.821	1.060
0.096	0.206	0.650	0.935	0.827	1.060
0.097	0.207	0.650	0.940	0.834	1.050
0.098	0.208	0.650	0.945	0.841	1.050
0.099	0.210	0.650	0.950	0.849	1.050
0.100	0.211	0.650	0.955	0.856	1.050
0.105	0.216	0.660	0.960	0.865	1.040
0.110	0.221	0.670	0.965	0.874	1.040
0.115	0.226	0.680	0.970	0.883	1.040
0.120	0.231	0.690	0.975	0.894	1.030
0.125	0.236	0.690	0.980	0.905	1.030
0.130	0.241	0.700	0.985	0.919	1.020
0.135	0.245	0.710	0.990	0.935	1.020
0.140	0.250	0.720	0.995	0.955	1.010
0.145	0.254	0.720	1.000	1.000	1.000
0.155	0.263	0.740			

Fuente: Thormann & Frank

Tabla 36. Perdidas localizadas (Singulares)

Elemento	mm	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
	plg	1/2.	3/4.	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo 90																
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio medio		0.4 - 0.5	0.6 - 0.7	0.7- 0.8	0.9- 1.1	1.1- 1.3	1.4- 1.7	1.7-2	2.1- 2.5	2.8- 3.4	3.7- 4.5	4.3- 4.9	5.5- 6.4	6.7- 7.9	7.9- 9.5	9.5- 10.5
Radio corto		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3	3.8	4.6	5.3
Codo 45																
Curva 90																
R/D: 1 1/2		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9	2.4	3	3.6	4.4
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4
Curva 45		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5
Entrada																
normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2
de borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5	6	7.5	9	11
Válvula																
compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21	26	34	45.3	51	67	85	102	120
Angulo d		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10	13	17	21	26	34	43	51	60
de pie		3.6	5.6	7.3	10	11.6	14	17	20	23	31	39	52	65	78	90
Retención																
T liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16	20	24	38
T pesado		1.6	2.4	3.2	4	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	10.3	25	32	38	45
Te de paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10	13	16	19	22
Te salida																
Bilateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10	13	16	19	22
Salida tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5	6	7.5	9	11

Tabla 37. Relación a/t para diferentes tipos de desarenadores

Tipo (M)	Valores de k en base al % removido											
	% removido											
	99%	98%	97%	96%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	60%	50%
A	0.990	0.975	0.970	0.960	0.950	0.800	0.850	0.800	0.750	0.650	0.55	0.500
B	2.350	2.100	1.970	1.870	1.770	1.470	1.275	1.125	0.980	0.900	0.67	0.540
C		3.550	3.200	2.950	2.750	2.100	1.750	1.500	1.260	1.100	0.85	0.630
D		3.925	3.500	3.200	3.000	2.300	1.900	1.600	1.400	1.380	0.90	0.690
16			3.900	3.550	3.300	2.500	2.050	1.710	1.450	1.300	0.95	0.710
8				3.950	3.600	2.675	2.150	1.800	1.520	1.320	1.00	0.730
4						3.175	2.500	2.000	1.660	1.450	1.03	0.760
2							3.250	2.550	2.000	1.750	1.20	0.820
1½							3.850	2.950	2.325	1.900	1.30	0.900
1								4.000	3.000	2.350	1.50	1.000

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1981)

Tabla 38. Diámetros de partículas y velocidades de sedimentación

Diámetro de las partículas y velocidades de sedimentación vertical

f	Vp	f	Vp
(mm)	(mm/s)	(mm)	(mm/s)
1.00	100.00	0.15	15.00
0.80	83.00	0.10	8.00
0.60	63.00	0.08	6.00
0.50	53.00	0.06	3.80
0.40	42.00	0.05	2.90
0.30	32.00	0.04	2.10
0.20	21.00	0.03	1.30

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1981)

Tabla 39. Abertura entre barras

Abertura entre barras

ABERTURA ENTRE BARRAS "a" (m)	0.02	0.025	0.035	0.04
TASA DE APLICACION " r " (lt/m³)	0.038	0.023	0.012	0.009

Tabla 40. Dimensiones y capacidad del canal PARSHALL, para distintos anchos de garganta

W	CAPACIDAD DE		A	2/3A	B	C	D	E	F	G	K	N	R	M	P	X	Y
	FLUJO LIBRE																
	MINIMO	MAXIMO															
(m)	(lps)	(lps)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.08	0.85	53.80	0.47	0.31	0.46	0.18	0.26	0.38	0.15	0.30	0.03	0.06	0.41	0.30	0.77	0.03	0.04
0.15	1.42	110.43	0.62	0.41	0.61	0.39	0.40	0.46	0.30	0.61	0.08	0.11	0.41	0.30	0.90	0.05	0.08
0.23	2.55	252.01	0.88	0.59	0.86	0.38	0.57	0.61	0.30	0.46	0.91	0.11	0.41	0.30	1.08	0.05	0.08
0.30	3.11	455.89	1.37	0.91	1.34	0.61	0.84	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.51	0.38	1.49	0.05	0.08
0.46	4.25	696.57	1.45	0.97	1.42	0.76	1.03	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.51	0.38	1.68	0.05	0.08
0.61	11.89	937.26	1.52	1.02	1.50	0.91	1.21	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.51	0.38	1.85	0.05	0.08
0.91	17.27	1,427.1	1.68	1.12	1.64	1.22	1.57	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.51	0.38	2.22	0.05	0.08
1.22	36.81	1,922.7	1.83	1.22	1.79	1.52	1.94	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.61	0.46	2.71	0.05	0.08
1.52	45.31	2,423.8	1.98	1.32	1.94	1.83	2.30	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.61	0.46	3.08	0.05	0.08
1.83	73.62	2,930.7	2.13	1.42	2.09	2.13	2.67	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.61	0.46	3.44	0.05	0.08
2.13	84.95	3,437.6	2.29	1.52	2.24	2.44	3.03	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.61	0.46	3.81	0.05	0.08
2.44	99.11	3,950.1	2.44	1.63	2.39	2.74	3.40	0.91	0.61	0.91	0.91	0.23	0.61	0.46	4.17	0.05	0.08

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1981)

Tabla 41. Información típica para el diseño de tanques IMHOFF

Parámetro	Unidad	Valor	
		Intervalo	Típico
Cámara de sedimentación			
Volumen	m ³ /hab	-	0.03
Carga superficial	m ³ /m ² .h	1.0 – 1.7	1.35
Carga sobre el vertedero efluente	m ³ /m.h	7 - 25	24
Tiempo de retención	h	2.0 – 4.0	2.00
Velocidad del flujo	cm/min	-	30
Longitud/ancho	Relación	2:1 – 5:1	3:1
Pendiente del fondo (V/H)	Relación	5:4 – 7:4	3:2
Abertura de comunicación entre cámaras	cm	15 - 30	25
Proyección horizontal del saliente	cm	15 - 30	25
Deflector de espumas			
Por debajo de la superficie	cm	25 - 40	30
Por encima de la superficie	cm	-	30
Borde libre	cm	45 - 60	60
Zona de ventilación de gases			
Superficie en % del total	%	15 - 30	20
Anchura de abertura	cm	45 - 75	60
Cámara de digestión			
Volumen	m ³ /hab	0.05 – 0.10	0.06
Pendiente mínima del fondo (V/H)	Relación	-	1: 2
Tubería de extracción de lodos	cm	20 - 30	25
Distancia libre hasta el nivel de lodos	cm	30 - 90	60
Profundidad total del tanque	m	7.25 – 9.5	9.0

Fuente: (Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales) NTON

Tabla 42. Propiedades físicas del agua

Propiedades Físicas del Agua

Temperatura	Densidad	Viscosidad Dinámica
°C	Kg/m^3	$\mu = N \cdot s/m^2$
0	999.8	1.781
5	1000.0	1.518
10	999.7	1.307
15	999.1	1.139
20	998.2	1.102
25	997.0	0.890
30	995.7	0.708
40	992.2	0.653
50	988.0	0.547
60	983.2	0.466
70	977.8	0.404
80	971.8	0.354
90	965.3	0.315
100	958.4	0.282

Fuente: (Eddie M. Gonzalez, 2010)

ANEXO C
MATRICES DE LEOPOLD

AT11			Salud y seguridad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-10
AT12			Condiciones de circulación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-10
AT13			Riesgos de accidentes	-1	-1			-1	-1	-1				-5
AT14		Economía y población	Generación de expectativas	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-10
AT15			Generación de Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT16			Densidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT17			Núcleo poblacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT18			Beneficios económicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT19			Economía local	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT20			Estructura de la propiedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT21			Relaciones sociales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				-11	-7	-4	-6	-5	-7	-9	-8	-9	-10	-76

Tabla 44. Extensión. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción

MATRIZ CAUSA-EFECTO IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO															
CARATER EXTENSION															
FACTORES AMBIENTALES				FASE CONSTRUCTIVA										VALOR	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Códe	Componente	Sub-componente	Factor ambiental	Construcción pvs y PTAR	Operación de equipos y maquinaria	Ubicación de escombros	Instalación de accesorios	Almacenamiento de materiales	Transporte de materiales	Relleno y compactación de zanja	Excavación de zanjás	Vertido de aguas freáticas	Construcción de instalaciones domiciliarias		
F1	FISICO	Aire	Calidad del aire	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5	
			Nivel de Ruido	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5	
F2		Suelo	Cambio de uso de suelo	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5	
			Compactación y asentamientos	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5	
F3			Agua	Recursos hídricos	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5
B1		BIOTICO	Flora	modificación del estrato arbóreo	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5
B2	Fauna		modificación de la vida animal	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5	

AT1`	ATROPICO	Medio perceptual	Naturalidad	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	11.5	
AT2			Vista panorámica	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	1	11.5
AT3			Morfología	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	1	11.5
AT4		Infraestructura	red vial o alteración al trafico	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	1	11.5
AT5			accesibilidad	1	1	1	1	1	2.5	1	1	1	1	1	11.5
AT6			Sistema de saneamiento	1											1
AT7			Sistema de consumó de agua	1											1
AT8		Uso territorial	Suelo comercial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT9			Fuentes de materiales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT10		Comunidad	Cambios en la calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT11			Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT12			Condiciones de circulación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT13			riesgos de accidentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT14		Economía y población	Generación de expectativas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT15			Generación de Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT16			Densidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT17			Núcleos poblacionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT18			Beneficios económicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT19			Economía local	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT20			Estructura de la propiedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT21		Relaciones sociales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				28	26	26	26	26	44	26	26	26	26	280	

B1	BIOTICO	Flora	Modificación del estrato arbóreo	2.5		2.5			2.5					7.5	
B2		Fauna	Modificación de la vida animal	2.5		2.5			2.5					7.5	
AT1	ATROPICO	Medio perceptual	Naturalidad	7.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	30	
AT2			Vista panorámica	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT3			Morfología	7.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	30
AT4		Infraestructura	red vial o alteración al trafico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT5			accesibilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT6			Sistema de saneamiento												0
AT7			Sistema de consumó de agua	10											10
AT8		Uso territorial	Suelo comercial	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT9			Fuentes de materiales	10	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20.5
AT10		Comunidad	Cambios en la calidad de vida	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT11			Salud y seguridad	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT12			Condiciones de circulación	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT13			riesgos de accidentes	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT14		Economía y población	Generación de expectativas	10	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20.5
AT15			Generación de Empleo	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT16			Densidad	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT17			Núcleos poblacionales	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT18			Beneficios económicos	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT19			Economía local	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT20			Estructura de la propiedad	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT21			Relaciones sociales	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				102	54.5	46	44	41	51.5	44	44	43.5	46.5	517	

AT9		Comunidad	Fuentes de materiales	4.2	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	13.7	
AT10			Cambios en la calidad de vida	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.5
AT11			Salud y seguridad	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.5
AT12			Condiciones de circulación	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.5
AT13			riesgos de accidentes	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.5
AT14		Economía y población	Generación de expectativas	4.2	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	13.7	
AT15			Generación de Empleo	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	15.3	
AT16			Densidad	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	15.3	
AT17			Núcleos poblacionales	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	15.3	
AT18			Beneficios económicos	2.1	2.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	16.5	
AT19			Economía local	2.1	2.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	16.5	
AT20			Estructura de la propiedad	2.1	2.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	16.5	
AT21		Relaciones sociales	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	15.3		
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				66.5	40.0	33.6	32.1	31.3	39.4	34.3	34.3	32.9	34.0	378.35	

Tabla 48. Magnitud. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción

ATRIZ CAUSA-EFECTO IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO														
MAGNITUD														
FACTORES AMBIENTALES				FASE CONSTRUCTIVA										VALOR
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Códe	Componente	Sub-componente	Factor ambiental	Construcción pvs y PTAR	Operación de equipos y maquinaria	Ubicación de escombros	Instalación de accesorios	Almacenamiento de materiales	Transporte de materiales	Relleno y compactación de zanja	Excavación de zanjas	Vertido de aguas freáticas	Construcción de instalaciones domiciliarias	
F1	FISICO	Aire	Calidad del aire	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
			Nivel de Ruido	1	1			1	1	1	1	1	1	1	8
F2		Suelo	Cambio de uso de suelo	1	1				1	1	1	1	1	7

			Compactación y asentamientos	2.5	2.5	2.5	1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	23.5	
F3		Agua	Recursos hídricos	1			1			1	1	1	1	6	
B1	BIOTICO	Flora	Modificación del estrato arbóreo	1					1				1	3	
B2		Fauna	Modificación de la vida animal	1					1				1	3	
AT1	ATROPICO	Medio perceptual	Naturalidad	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25	
AT2			Vista panorámica	1	2.5	2.5	2.5		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	21
AT3			Morfología	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT4		Infraestructura	red vial o alteración al tráfico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT5			accesibilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT6			Sistema de saneamiento												0
AT7			Sistema de consumo de agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT8		Uso territorial	Suelo comercial	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT9			Fuentes de materiales	2.5	2.5		2.5			2.5	1	1	1	1	13
AT10		Comunidad	Cambios en la calidad de vida	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT11			Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT12			Condiciones de circulación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
AT13			riesgos de accidentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT14		Economía y población	Generación de expectativas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT15			Generación de Empleo	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT16			Densidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT17			Núcleos poblacionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT18			Beneficios económicos	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT19			Economía local	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT20			Estructura de la propiedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT21			Relaciones sociales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				40.5	37.5	33	35	31.5	37	38.5	37	37	39	366	

AT16		Densidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT17		Núcleos poblacionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT18		Beneficios económicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT19		Economía local	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT20		Estructura de la propiedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT21		Relaciones sociales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO			5	6	1	3	5	3	6	3	4	3	39	

Tabla 50. Matriz No 2 Extensión. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación

MATRIZ CAUSA-EFECTO IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO															
CARATER EXTENCION															
FACTORES AMBIENTALES				FASE OPERATIVA										VALOR	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Códe	Component	Sub-componente	Factor ambiental	Limpeza y mantenimiento de la PTAR	Operación y limpieza de pozos	Ubicación de residuos de limpieza	Mantenimiento de tuberías y redes	Almacenamiento de materiales	Transporte de materiales	Vertido de aguas freáticas	Excavación de zanjas-taponamiento de redes	Relleno y compactación de zanja-taponamiento de red	Mantenimiento de instalaciones domiciliarias		
F1	FISICO	Aire	Calidad del aire	2.5	1	1	1		1	1	1	1	1	10.5	
			Nivel de Ruido	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
F2		Suelo	Cambio de uso de suelo		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
			Compactación y asentamientos			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
F3		Agua	Recursos hídricos		1	1	1	1	1	1	7.5	1	1	1	15.5
B1		BIOTICO	Flora	Modificación del estrato arbóreo		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
B2	Fauna		Modificación de la vida animal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	
AT1	ATROPICO	Medio perceptual	Naturalidad		5	2.5	1	1	1	1	1	1	1	14.5	
AT2			Vista panorámica		5	2.5	1				1	1	1	1	12.5
AT3			Morfología		1	1	1					1	1	1	6

AT4		Infraestructura	red vial o alteración al tráfico				1		1		1	1		4	
AT5			accesibilidad		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT6			Sistema de saneamiento	10	5	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	24.5
AT7			Sistema de consumo de agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT8		Uso territorial	Suelo comercial		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT9			Fuentes de materiales		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT10		Comunidad	Cambios en la calidad de vida		7.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.5
AT11			Salud y seguridad		7.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.5
AT12			Condiciones de circulación		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT13			riesgos de accidentes			7.5	1		2.5					1		12
AT14		Economía y población	Generación de expectativas		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
AT15			Generación de Empleo		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT16			Densidad		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT17			Núcleos poblacionales		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT18			Beneficios económicos		7.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.5
AT19			Economía local		2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.5
AT20			Estructura de la propiedad		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT21			Relaciones sociales		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				16	66	38	28	23	27.5	32.5	27	28	25	311	

AT9	territorial	Fuentes de materiales			1	1	1	1	1	1	1	1	8
AT10	Comunidad	Cambios en la calidad de vida	10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	28
AT11		Salud y seguridad	10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	28
AT12		Condiciones de circulación				1	1	1	1	1	1	1	7
AT13		riesgos de accidentes		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AT14	Economía y población	Generación de expectativas	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
AT15		Generación de Empleo	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
AT16		Densidad	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
AT17		Núcleos poblacionales	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
AT18		Beneficios económicos	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
AT19		Economía local	10	1	1	1	1	1	1	1	1		18
AT20		Estructura de la propiedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT21		Relaciones sociales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO			165	79	35	27	27	27	26	26	27	25	464

AT9		territorial	Fuentes de materiales	10	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	20.5	
AT10		Comunidad	Cambios en la calidad de vida	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5	
AT11			Salud y seguridad	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5	
AT12			Condiciones de circulación	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5	
AT13			riesgos de accidentes												0
AT14			Generación de expectativas	10	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20.5
AT15		Economía y población	Generación de Empleo	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT16			Densidad	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT17			Núcleos poblacionales	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT18			Beneficios económicos	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT19			Economía local	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT20			Estructura de la propiedad	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT21			Relaciones sociales	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO				109.5	56	47.5	45.5	39.5	50	42.5	48	48	44	530.5	

AT6		Sistema de saneamiento	10.00	6.13	1.90	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	28.7
AT7		Sistema de consumó de agua	4.15	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.25	0.65	0.65	0.65	0.65	9.6
AT8	Uso territorial	Suelo comercial	4.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.65	13.52
AT9		Fuentes de materiales	3.50	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	12.62
AT10	Comunidad	Cambios en la calidad de vida	4.88	6.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	19.1
AT11		Salud y seguridad	4.88	6.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	19.1
AT12		Condiciones de circulación	0.88	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	9.07
AT13		riesgos de accidentes	0.00	0.40	2.28	0.65	0.40	1.03	0.40	0.40	0.65	0.40	0.40	6.6
AT14	Economía y población	Generación de expectativas	7.50	2.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	18.02
AT15		Generación de Empleo	4.88	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.13	1.53	1.53	1.53	18.2
AT16		Densidad	4.88	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	18.6
AT17		Núcleos poblacionales	4.88	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	18.6
AT18		Beneficios económicos	4.88	3.15	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	20.22
AT19		Economía local	4.88	1.90	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.13	18.57
AT20		Estructura de la propiedad	1.28	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	15
AT21		Relaciones sociales	1.28	2.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO			108.325	67.7	40.1	33.7	30.3	35.2	33.4	33.95	34.6	31.65	449.02	

AT7		Sistema de consumó de agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT8		Suelo comercial	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.5
AT9		Uso territorial	Fuentes de materiales	2.5	2.5		1	1	1		2.5	2.5		13
AT10		Comunidad	Cambios en la calidad de vida	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
AT11			Salud y seguridad	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	42
AT12			Condiciones de circulación											0
AT13			riesgos de accidentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT14		Economía y población	Generación de expectativas	5	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	15.5
AT15			Generación de Empleo	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT16			Densidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT17			Núcleos poblacionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT18			Beneficios económicos	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT19			Economía local	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25
AT20			Estructura de la propiedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
AT21			Relaciones sociales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO			54	49.5	39.5	39	34.5	40.5	41	44	47	35	424	

Tabla 55. Clasificación de impactos. Identificación de impactos ambientales. Etapa de Construcción

ATRIZ CAUSA-EFECTO IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO														
CALIFICACION DEL IMPACTO														
FACTORES AMBIENTALES				FASE CONSTRUCTIVA										VALOR
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Code	Componente	Sub-componente	Factor ambiental	Construcción pvs y PTAR	Operación de equipos y maquinaria	Ubicación de escombros	Instalación de accesorios	Almacenamiento de materiales	Transporte de materiales	Relleno y compactación de zanja	Excavación de zanjas	Vertido de aguas freáticas	Construcción de instalaciones domiciliarias	
F1		Aire	Calidad del aire	-1.46	-1.46	-1.00	-1.23	-	-1.38	-1.23	-1.23	-1.00	-1.23	-12.23
			Nivel de Ruido	-1.46	-1.46	0.00	0.00	-	-1.38	-1.46	-1.46	-1.00	-1.23	-10.44
F2	FISICO	Suelo	Cambio de uso de suelo	-1.81	-1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.81	-0.81	-1.23	-1.23	-7.70
			Compactación y asentamientos	-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.30	-2.30	-1.95	-1.95	-10.82
F3		Agua	Recursos hídricos	-1.23	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-7.41
B1	BIOTICO	Flora	modificación del estrato arbóreo	-1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.38	0.00	0.00	0.00	-0.50	-3.11
B2		Fauna	Modificación de la vida animal	-1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.38	0.00	0.00	0.00	-0.50	-3.11
AT1	ATROPICO	Medio perceptual	Naturalidad	-3.49	-1.95	-1.95	-1.95	-	-2.18	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-21.29
AT2			Vista panorámica	-1.46	-1.95	-1.95	-1.95	0.00	-2.18	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-17.31
AT3			Morfología	-4.15	-1.95	-1.95	-1.95	-	-2.18	-2.80	-2.80	-2.80	-2.80	-25.32
AT4		Infraestructura	red vial o alteración al trafico	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-	-1.17	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-10.17
AT5			accesibilidad	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-	-1.17	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-10.17

AT6		Sistema de saneamiento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AT7		Sistema de consumo de agua	-2.04	-0.63	-0.63	-0.63	-	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-7.73
AT8		Suelo comercial	3.58	1.00	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	10.78	
AT9	Uso territorial	Fuentes de materiales	-3.22	-1.95	0.00	-1.58	0.00	0.00	-1.58	-1.00	-1.00	-1.00	-11.34	
AT10		Cambios en la calidad de vida	-1.95	-1.58	-1.58	-1.58	-	-1.58	-1.58	-1.58	-1.58	-1.58	-16.18	
AT11		Salud y seguridad	-1.23	-1.00	-1.00	-1.00	-	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-10.23	
AT12		Condiciones de circulación	-1.23	-1.00	-1.00	-1.00	-	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-10.23	
AT13		riesgos de accidentes	-1.23	-1.00	0.00	0.00	-	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	-5.23	
AT14		Generación de expectativas	-2.04	-1.23	-1.00	-1.00	-	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-11.27	
AT15		Generación de Empleo	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	19.53	
AT16		Densidad	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	12.35	
AT17		Núcleo poblacionales	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	12.35	
AT18		Beneficios económicos	2.30	2.30	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	20.23	
AT19		Economía local	2.30	2.30	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	20.23	
AT20		Estructura de la propiedad	1.46	1.46	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	12.79	
AT21		Relaciones social	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	12.35	
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO			-	-8.26	-2.50	-5.55	2.55	-9.04	-11.96	10.38	-9.76	-11.23	-90.71	
IMPACTOS			VALORES											
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS														
SIGNIFICATIVOS														
DESPRECIABLES			34.78	20.98	14.07	17.12	14.12	20.61	23.53	21.95	21.34	22.81	63.66%	
BENEFICOS			15.30	12.72	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	36.34%	
TOTAL DE IMPACTOS			50.09	33.71	25.64	28.69	25.69	32.18	35.11	33.52	32.91	34.38	331.92	

Tabla 56. Clasificación de impactos. Identificación de impactos ambientales. Etapa de operación

ATRIZ CAUSA-EFECTO IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO															
CALIFICACION DEL IMPACTO															
FACTORES AMBIENTALES				FASE OPERATIVA										VALOR	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Code	Componente	Sub-componente	Factor ambiental	Limpieza y mantenimiento del sistema de tratamiento	Operación y limpieza de pozos	Ubicación de residuos de limpieza	Mantenimiento de tuberías y redes	Almacenamiento de materiales	Transporte de materiales	Vertido de aguas freáticas	Excavación de zanjas-taponamiento de redes	Relleno y compactación de zanja-taponamiento de red	Mantenimiento de instalaciones domiciliarias		
F1	FISICO	Aire	Calidad del aire	-3.71	-3.58	-1.00	-1.23	0.00	-1.23	-1.23	-1.23	-1.95	-1.23	-16.41	
			Nivel de Ruido	-3.71	-3.58	0.00	-1.23	0.00	-1.23	0.00	-1.23	-1.23	-1.95	-1.23	-14.18
F2		Suelo	Cambio de uso de suelo	0.00	-1.70	0.00	-0.50	0.00	-1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.26
			Compactación y asentamientos	0.00	-2.21	0.00	-1.23	0.00	-1.23	0.00	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-8.38
F3		Agua	Recursos hídricos	-3.49	-1.23	0.00	-1.23	0.00	-1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.20
B1		BIOTICO	Flora	modificación del estrato arbóreo	-1.13	0.00	-1.23	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.60
B2			Fauna	Modificación de la vida animal	-1.13	0.00	-1.23	-0.81	-0.81	0.00	-0.81	-0.81	-0.81	0.00	-6.40
AT1		ATROPICO	Medio perceptual	Naturalidad	-4.07	-2.51	-2.18	-1.23	-1.58	-1.58	-1.95	-1.95	-1.95	-1.00	-20.02
AT2	Vista panorámica			-3.49	-2.51	-2.18	-1.23	-1.37	-1.37	-1.95	-1.95	-1.95	-1.23	-19.25	
AT3	Morfología			-4.07	-1.95	-1.95	-1.23	-1.79	-1.79	-1.95	-1.95	-1.95	-0.87	-19.50	
AT4	Infraestructura		red vial o alteración al trafico	-0.59	-0.87	-0.87	-1.00	0.00	-1.00	0.00	-1.00	-1.00	-0.87	-7.19	
AT5			accesibilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AT6			Sistema de saneamiento	5.00	3.91	-2.18	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	20.40
AT7			Sistema de consumo de agua	2.04	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.50	0.81	0.81	0.81	0.81	8.99
AT8	Uso territorial		Suelo comercial	3.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	12.30

AT9		Fuentes de materiales	2.96	1.68	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.58	1.58	0.00	9.80
AT10	Comunidad	Cambios en la calidad de vida	4.94	5.58	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	28.40
AT11		Salud y seguridad	4.94	5.58	2.24	2.24	1.00	1.00	2.24	2.24	2.24	2.24	25.93
AT12		Condiciones de circulación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AT13		riesgos de accidentes	0.00	0.63	1.51	0.81	0.63	1.01	0.63	0.63	0.81	0.63	7.30
AT14		Generación de expectativas	6.12	2.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	16.64
AT15	Economía y población	Generación de Empleo	3.49	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.68	1.95	1.95	20.79
AT16		Densidad	2.21	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	13.32
AT17		Núcleo poblacionales	2.21	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	13.32
AT18		Beneficios económicos	3.49	2.81	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	21.92
AT19		Economía local	3.49	2.18	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.68	21.02
AT20		Estructura de la propiedad	1.13	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	12.24
AT21		Relaciones social	1.13	1.59	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	12.60
NUMERO DE COLUMNAS SEGÚN IMPACTO			21.24	13.79	6.76	10.88	13.88	7.83	12.46	10.60	9.61	12.52	119.58
IMPACTOS			VALORES									%	
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS													
SIGNIFICATIVOS													
DESPRECIABLES			25.39	16.24	10.65	9.22	5.54	10.68	7.90	10.13	11.57	6.44	32.17%
BENEFICOS			46.63	33.30	18.08	21.03	18.79	19.79	19.72	21.33	21.61	19.56	67.83%
TOTAL DE IMPACTOS			72.02	49.54	28.72	30.24	24.33	30.47	27.62	31.47	33.18	26.00	353.59

ANEXO E

Presupuesto

Tabla 57. Tabla Presupuesto

FORMATO PRESUPUESTO							
SISTEMA ALCANTARILLADO SANITARIO Y PTAR ZONA CENTRAL CASCO URBANO SAN SEBASTIAN DE YALI MUNICIPIO DE JINOTEGA							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIAL	M/O	TRANSPORTE	C.UNITARIO	C.TOTAL
RED SANITARIA		5992.238				914.16	5,477,849.02
TUBERIA PVC DE 100 MM		437.40				382.01	167092.76
Tubería PVC 100 mm, 0 a 1.5 m	ml	189.10				270.14	51140.20
Trazo y nivelación	m	189.10	-	3.5	-	3.50	661.85
Excavación	m3	128.10	-	18.0	-	18.00	2305.80
Tubería PVC SDR-41 de 100 mm	m	189.10	211.0	3.5	1.5	215.98	40841.82
Prueba de ex filtración de tubería	m	202.31	-	1.0	2.6	3.57	721.25
Relleno material seleccionado	m3	122.89	-	20.0	15.0	35.00	4301.15
Relleno y compactación	m3	122.89	-	16.5	-	16.50	2027.63
Botado de tierra	m3	4.68	-	10.0	50.0	60.00	280.70
Tubería PVC 100 mm, 1.50 a 2 m	ml	74.7				684.61	51140.20
Trazo y nivelación	m	189.10	-	3.5	-	3.50	661.85
Excavación	m3	128.10	-	18.0	-	18.00	2305.80
Tubería PVC SDR-41 de 100 mm	m	189.10	211.0	3.5	1.5	215.98	40841.82
Prueba de ex filtración de tubería	m	202.31	-	1.0	2.6	3.57	721.25
Relleno material seleccionado	m3	122.9	-	20.0	15.0	35.00	4301.15
Relleno y compactación	m3	122.89	-	16.5	-	16.50	2027.63
Botado de tierra	m3	4.68	-	10.0	50.0	60.00	280.70
Tubería PVC 100 mm, 2 a 2.5 m	ml	85.5				332.96	28468.40
Trazo y nivelación	m	85.50	-	3.5	-	3.50	299.25
Excavación	m3	143.74	-	18.0	-	18.00	2587.40
Tubería PVC SDR-41 de 100 mm	m	85.50	211.0	3.5	1.5	215.98	18466.29
Prueba de ex filtración de tubería	m	85.50	-	1.0	2.6	3.57	304.82
Relleno material seleccionado	m3	26.915	-	20.0	15.0	35.00	942.02

Relleno y compactación	m3	115.32	-	16.5	-	16.50	1902.76
Botado de tierra	m3	2.12	-	10.0	50.0	60.00	126.92
Entibado de zanja	m	85.5	30.9	12.5	1.5	44.90	3838.95
Tubería PVC 100 mm, 2.5 a 3 m	ml	88.1				412.53	36343.96
Trazo y nivelación	m	88.1	-	3.5	-	3.50	308.35
Excavación	m3	203.2	-	39.5	-	39.55	8036.69
Tubería PVC SDR-41 de 100 mm	m	88.1	211.0	4.2	1.8	216.98	19115.59
Prueba de ex filtración de tubería	m	88.1	-	1.0	7.1	8.13	715.84
Relleno material seleccionado	m3	40.7	-	20.0	15.0	35.00	1425.59
Relleno y compactación	m3	160.9	-	16.5	-	16.50	2655.44
Botado de tierra	m3	2.2	-	10.0	50.0	60.00	130.78
Entibado de zanja	m	88.1	30.9	12.5	1.5	44.90	3955.69
TUBERIA PVC DE 150 MM		3451.2				906.37	3,128,101.67
Tubería PVC 150 mm, 1.50 a 2 m	ml	93.40				856.00	79950.71
Trazo y nivelación	m	93.40	-	3.5	-	3.50	326.90
Excavación	m3	139.58	-	39.5	-	39.55	5519.78
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	93.40	700.0	4.2	1.8	705.98	65938.16
Prueba de ex filtración de tubería	m	93.40	-	1.0	7.1	8.13	758.90
Relleno material seleccionado	m3	43.18	-	20.0	15.0	35.00	1511.35
Relleno y compactación	m3	94.75	-	16.5	-	16.50	1563.32
Botado de tierra	m3	2.31	-	10.0	50.0	60.00	138.64
Entibado de zanja	m	93.40	30.9	12.5	1.5	44.90	4193.66
Tubería PVC 150 mm, 2 a 2.5 m	ml	1167.30				863.75	1008251.86
Trazo y nivelación	m	1167.30	-	3.5	-	3.50	4085.55
Excavación	m3	1962.49	-	39.5	-	39.55	77608.55
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	1167.30	700.0	4.2	1.8	705.98	824085.78
Prueba de ex filtración de tubería	m	1167.30	-	1.0	7.1	8.13	9484.66
Relleno material seleccionado	m3	367.68	-	20.0	15.0	35.00	12868.86

Relleno y compactación	m3	1574.18	-	16.5	-	16.50	25973.94
Botado de tierra	m3	28.88	-	10.0	50.0	60.00	1732.75
Entibado de zanja	m	1167.30	30.9	12.5	1.5	44.90	52411.77
Tubería PVC 150 mm, 2.5 a 3 m	ml	1099.85				901.53	991548.60
Trazo y nivelación	m	1099.85	-	3.5	-	3.50	3849.48
Excavación	m3	2537.067989	-	39.5	-	39.55	100330.89
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	1099.85	700.0	4.2	1.8	705.98	776467.70
Prueba de ex filtración de tubería	m	1099.85	-	1.0	7.1	8.13	8936.61
Relleno material seleccionado	m3	508.4920007	-	20.0	15.0	35.00	17797.22
Relleno y compactación	m3	2009.139989	-	16.5	-	16.50	33150.81
Botado de tierra	m3	27.21039899	-	10.0	50.0	60.00	1632.62
Entibado de zanja	m	1099.85	30.9	12.5	1.5	44.90	49383.27
Tubería PVC 150 mm, 3 a 3.5 m	ml	324.119				901.53	292203.25
Trazo y nivelación	m	324.119	-	3.5	-	3.50	1134.42
Excavación	m3	747.6582621	-	39.5	-	39.55	29566.89
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	324.119	700.0	4.2	1.8	705.98	228820.24
Prueba de ex filtración de tubería	m	324.119	-	1.0	7.1	8.13	2633.56
Relleno material seleccionado	m3	149.8494511	-	20.0	15.0	35.00	5244.73
Relleno y compactación	m3	592.0811421	-	16.5	-	16.50	9769.34
Botado de tierra	m3	8.018736472	-	10.0	50.0	60.00	481.12
Entibado de zanja	m	324.119	30.9	12.5	1.5	44.90	14552.94
Tubería PVC 150 mm, 3.5 a 4 m	ml	477.05				947.25	451882.47
Trazo y nivelación	m	477.07	-	3.5	-	3.50	1669.74
Excavación	m3	1489.30	-	39.5	-	39.55	58895.73
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	477.07	700.0	4.2	1.8	705.98	336799.26
Prueba de ex filtración de tubería	m	477.07	-	1.0	7.1	8.13	3876.33
Relleno material seleccionado	m3	220.56	-	20.0	15.0	35.00	7719.69
Relleno y compactación	m3	1260.19	-	16.5	-	16.50	20793.15

Botado de tierra	m3	11.80	-	10.0	50.0	60.00	708.16
Entibado de zanja	m	477.07	30.9	12.5	1.5	44.90	21420.40
Tubería PVC 150 mm, 4 a 4.5 m	ml	69.55				1050.89	73089.54
Trazo y nivelación	m	69.55	-	3.5	-	3.50	243.43
Excavación	m3	344.41	-	39.5	-	39.55	13619.86
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	69.55	700.0	4.2	1.8	705.98	49100.63
Prueba de ex filtración de tubería	m	69.55	-	1.0	7.1	8.13	565.11
Relleno material seleccionado	m3	36.33	-	20.0	15.0	35.00	1271.48
Relleno y compactación	m3	306.85	-	16.5	-	16.50	5063.00
Botado de tierra	m3	1.72	-	10.0	50.0	60.00	103.24
Entibado de zanja	m	69.55	30.9	12.5	1.5	44.90	3122.80
Tubería PVC 150 mm, mayores a 5 m .	ml	219.98				1050.89	231175.24
Trazo y nivelación	m	219.98	-	3.5	-	3.50	769.93
Excavación	m3	1089.32	-	39.5	-	39.55	43078.32
Tubería PVC SDR-41 de 150 mm	m	219.98	700.0	4.2	1.8	705.98	155300.60
Prueba de ex filtración de tubería	m	219.98	-	1.0	7.1	8.13	1787.40
Relleno material seleccionado	m3	114.90	-	20.0	15.0	35.00	4021.56
Relleno y compactación	m3	970.53	-	16.5	-	16.50	16013.79
Botado de tierra	m3	5.44	-	10.0	50.0	60.00	326.54
Entibado de zanja	m	219.98	30.9	12.5	1.5	44.90	9877.10
TUBERIA PVC DE 200 MM		328.220				1058.98	C\$ 347,578.60
Tubería PVC 200 mm, 2.5 a 3 m.	ml	34.7				1397.21	48483.04
Trazo y nivelación	m	34.7	-	3.5	-	3.50	121.45
Excavación	m3	108.3	-	39.5	-	39.55	4283.83
Tubería PVC SDR-41 de 200 mm	m	34.7	1,150.0	4.2	1.8	1155.98	40112.37
Prueba de ex filtración de tubería	m	34.7	-	1.0	7.1	8.13	281.95
Relleno material seleccionado	m3	16.0	-	20.0	15.0	35.00	561.50
Relleno y compactación	m3	91.7	-	16.5	-	16.50	1512.41

Botado de tierra	m3	0.9	-	10.0	50.0	60.00	51.51
Entibado de zanja	m	34.7	30.9	12.5	1.5	44.90	1558.03
Tubería PVC 200 mm, 3 a 3.5 m	ml	41.69				1397.21	58249.50
Trazo y nivelación	m	41.69	-	3.5	-	3.50	145.92
Excavación	m3	130.15	-	39.5	-	39.55	5146.77
Tubería PVC SDR-41 de 200 mm	m	41.69	1,150.0	4.2	1.8	1155.98	48192.64
Prueba de ex filtración de tubería	m	41.69	-	1.0	7.1	8.13	338.74
Relleno material seleccionado	m3	19.27	-	20.0	15.0	35.00	674.61
Relleno y compactación	m3	110.13	-	16.5	-	16.50	1817.07
Botado de tierra	m3	1.03	-	10.0	50.0	60.00	61.88
Entibado de zanja	m	41.69	30.9	12.5	1.5	44.90	1871.88
Tubería PVC 200 mm, 3.5 a 4 m	ml	50.6				1397.21	70698.61
Trazo y nivelación	m	50.6	-	3.5	-	3.50	177.10
Excavación	m3	157.9612537	-	39.5	-	39.55	6246.74
Tubería PVC SDR-41 de 200 mm	m	50.6	1,150.0	4.2	1.8	1155.98	58492.39
Prueba de ex filtración de tubería	m	50.6	-	1.0	7.1	8.13	411.14
Relleno material seleccionado	m3	23.3938221	-	20.0	15.0	35.00	818.78
Relleno y compactación	m3	133.6612915	-	16.5	-	16.50	2205.41
Botado de tierra	m3	1.25184906	-	10.0	50.0	60.00	75.11
Entibado de zanja	m	50.6	30.9	12.5	1.5	44.90	2271.94
Tubería PVC 200 mm, 4.5 a 5 m	ml	82.37				1400.75	115379.90
Trazo y nivelación	m	82.37	-	3.5	-	3.50	288.30
Excavación	m3	299.1008457	-	39.5	-	39.55	11828.24
Tubería PVC SDR-41 de 200 mm	m	82.37	1,150.0	4.2	1.8	1155.98	95217.74
Prueba de ex filtración de tubería	m	82.37	-	1.0	7.1	8.13	669.28
Relleno material seleccionado	m3	38.08199855	-	20.0	15.0	35.00	1332.87
Relleno y compactación	m3	259.5632457	-	16.5	-	16.50	4282.79
Botado de tierra	m3	2.037842037	-	10.0	50.0	60.00	122.27

Entibado de zanja	m	36.49	30.9	12.5	1.5	44.90	1638.40
Tubería PVC 200 mm, mayores de 5 m	ml	36.49				1500.89	54767.55
Trazo y nivelación	m	36.49	-	3.5	-	3.50	127.72
Excavación	m3	180.6952871	-	39.5	-	39.55	7145.78
Tubería PVC SDR-41 de 200 mm	m	36.49	1,150.0	4.2	1.8	1155.98	42181.56
Prueba de ex filtración de tubería	m	36.49	-	1.0	7.1	8.13	296.49
Relleno material seleccionado	m3	19.05976697	-	20.0	15.0	35.00	667.09
Relleno y compactación	m3	160.9906871	-	16.5	-	16.50	2656.35
Botado de tierra	m3	0.902766249	-	10.0	50.0	60.00	54.17
Entibado de zanja	m	36.49	30.9	12.5	1.5	44.90	1638.40
TUBERIA PVC DE 250 MM		185.77				2102.10	C\$ 390,507.04
Tubería PVC 250 mm, 3.5 a 4 m	ml	60.48				2067.21	125024.60
Trazo y nivelación	m	60.48	-	3.5	-	3.50	211.68
Excavación	m3	188.804281	-	39.5	-	39.55	7466.45
Tubería PVC SDR-41 de 250 mm	m	60.48	1,820.0	4.2	1.8	1825.98	110435.03
Prueba de ex filtración de tubería	m	60.48	-	1.0	7.1	8.13	491.42
Relleno material seleccionado	m3	27.9616276	-	20.0	15.0	35.00	978.66
Relleno y compactación	m3	159.759583	-	16.5	-	16.50	2636.03
Botado de tierra	m3	1.496281248	-	10.0	50.0	60.00	89.78
Entibado de zanja	m	60.48	30.9	12.5	1.5	44.90	2715.55
Tubería PVC 250 mm, 4 a 4.5 m	ml	62				2095.76	129937.16
Trazo y nivelación	m	62	-	3.5	-	3.50	217.00
Excavación	m3	225.133573	-	39.5	-	39.55	8903.13
Tubería PVC SDR-41 de 250 mm	m	62	1,820.0	4.2	1.8	1825.98	113210.51
Prueba de ex filtración de tubería	m	62	-	1.0	7.1	8.13	503.77
Relleno material seleccionado	m3	28.664367	-	20.0	15.0	35.00	1003.25
Relleno y compactación	m3	195.373573	-	16.5	-	16.50	3223.66
Botado de tierra	m3	1.5338862	-	10.0	50.0	60.00	92.03

Entibado de zanja	m	62	30.9	12.5	1.5	44.90	2783.80
Tubería PVC 250 mm, 4.5 a 5 m.	ml	24.63				2095.76	51618.59
Trazo y nivelación	m	24.63	-	3.5	-	3.50	86.21
Excavación	m3	89.4361276	-	39.5	-	39.55	3536.84
Tubería PVC SDR-41 de 250 mm	m	24.63	1,820.0	4.2	1.8	1825.98	44973.79
Prueba de ex filtración de tubería	m	24.63	-	1.0	7.1	8.13	200.13
Relleno material seleccionado	m3	11.3871509	-	20.0	15.0	35.00	398.55
Relleno y compactación	m3	77.613726	-	16.5	-	16.50	1280.63
Botado de tierra	m3	0.6093486	-	10.0	50.0	60.00	36.56
Entibado de zanja	m	24.63	30.9	12.5	1.5	44.90	1105.89
Tubería PVC 250 mm, mayores de 5 m	ml	38.66				2170.89	83926.69
Trazo y nivelación	m	38.66	-	3.5	-	3.50	135.31
Excavación	m3	191.4409372	-	39.5	-	39.55	7570.72
Tubería PVC SDR-41 de 250 mm	m	38.66	1,820.0	4.2	1.8	1825.98	70592.23
Prueba de ex filtración de tubería	m	38.66	-	1.0	7.1	8.13	314.12
Relleno material seleccionado	m3	20.19321	-	20.0	15.0	35.00	706.76
Relleno y compactación	m3	170.5645	-	16.5	-	16.50	2814.31
Botado de tierra	m3	0.956452	-	10.0	50.0	60.00	57.39
Entibado de zanja	m	38.66	30.9	12.5	1.5	44.90	1735.83
TUBERIA PVC DE 375 MM	ml	177.46				2795.27	C\$ 496,049.07
Tubería PVC 350 mm, 2 a 2.5 m	ml	18.7				2451.53	45843.63
Trazo y nivelación	m	18.7	-	3.5	-	3.50	65.45
Excavación	m3	43.136038	-	39.5	-	39.55	1705.86
Tubería PVC SDR-41 de 370 mm	m	18.7	2,250.0	4.2	1.8	2255.98	42186.75
Prueba de ex filtración de tubería	m	18.7	-	1.0	7.1	8.13	151.94
Relleno material seleccionado	m3	8.64554295	-	20.0	15.0	35.00	302.59
Relleno y compactación	m3	34.160038	-	16.5	-	16.50	563.64
Botado de tierra	m3	0.46263987	-	10.0	50.0	60.00	27.76

Entibado de zanja	m	18.7	30.9	12.5	1.5	44.90	839.63
Tubería PVC 350 mm, 2.5 a 3 m .	ml	24.48				2497.21	61131.60
Trazo y nivelación	m	24.48	-	3.5	-	3.50	85.68
Excavación	m3	76.4207804	-	39.5	-	39.55	3022.14
Tubería PVC SDR-41 de 375 mm	m	24.48	2,250.0	4.2	1.8	2255.98	55226.29
Prueba de ex filtración de tubería	m	24.48	-	1.0	7.1	8.13	198.91
Relleno material seleccionado	m3	11.3178016	-	20.0	15.0	35.00	396.12
Relleno y compactación	m3	64.664593	-	16.5	-	16.50	1066.97
Botado de tierra	m3	0.60563764	-	10.0	50.0	60.00	36.34
Entibado de zanja	m	24.48	30.9	12.5	1.5	44.90	1099.15
Tubería PVC 350 mm, 3 a 3.5 m	ml	21.03				2497.21	52516.24
Trazo y nivelación	m	21.03	-	3.5	-	3.50	73.61
Excavación	m3	65.65	-	39.5	-	39.55	2596.22
Tubería PVC SDR-41 de 375 mm	m	21.03	2,250.0	4.2	1.8	2255.98	47443.18
Prueba de ex filtración de tubería	m	21.03	-	1.0	7.1	8.13	170.88
Relleno material seleccionado	m3	9.72	-	20.0	15.0	35.00	340.30
Relleno y compactación	m3	55.55	-	16.5	-	16.50	916.60
Botado de tierra	m3	0.52	-	10.0	50.0	60.00	31.22
Entibado de zanja	m	21.03	30.9	12.5	1.5	44.90	944.25
Tubería PVC 350 mm, 3.5 a 4 m	ml	113.25				2971.81	336557.61
Trazo y nivelación	m	133.25	-	3.5	-	3.50	466.38
Excavación	m3	483.86	-	39.5	-	39.55	19134.55
Tubería PVC SDR-41 de 375 mm	m	133.25	2,250.0	4.2	1.8	2255.98	300608.80
Prueba de ex filtración de tubería	m	133.25	-	1.0	7.1	8.13	1082.70
Relleno material seleccionado	m3	61.61	-	20.0	15.0	35.00	2156.18
Relleno y compactación	m3	419.90	-	16.5	-	16.50	6928.28
Botado de tierra	m3	3.30	-	10.0	50.0	60.00	197.80
Entibado de zanja	m	133.25		12.5	1.5	44.90	5982.93

			30.9				
TUBERIA ACERO DE 200 MM	ml	31				3150.72	C\$ 96,821.53
Tubería ACERO 200 mm, 3.5 a 4 m	ml	30.73					96821.53
Trazo y nivelación	m	30.73	-	3.5	-	3.50	107.56
Excavación	m3	111.59	-	39.5	-	39.55	4412.79
Tubería ACERO 200 mm	m	30.73	2,875.0	4.2	1.8	2880.98	88532.39
Prueba de ex filtración de tubería	m	30.73	-	1.0	7.1	8.13	249.69
Relleno material seleccionado	m3	14.21	-	20.0	15.0	35.00	497.26
Relleno y compactación	m3	96.84	-	16.5	-	16.50	1597.79
Botado de tierra	m3	0.76	-	10.0	50.0	60.00	45.62
Entibado de zanja	m	30.70	30.9	12.5	1.5	44.90	1378.43
TUBERIA ACERO DE 250 MM		28.53				3890.89	C\$ 111,007.15
Tubería ACERO 250 mm, 3.5 a 4 m	ml	28.53					111007.15
Trazo y nivelación	m	28.53	-	3.5	-	3.50	99.86
Excavación	m3	141.28	-	39.5	-	39.55	5586.98
Tubería ACERO 250 mm	m	28.53	3,540.0	4.2	1.8	3545.98	101166.70
Prueba de ex filtración de tubería	m	28.53	-	1.0	7.1	8.13	231.81
Relleno material seleccionado	m3	14.90	-	20.0	15.0	35.00	521.57
Relleno y compactación	m3	125.87	-	16.5	-	16.50	2076.89
Botado de tierra	m3	0.71	-	10.0	50.0	60.00	42.35
Entibado de zanja	m	28.53	30.9	12.5	1.5	44.90	1281.00
LINEA DE CONDUCCION CARCAMO-PTAR		1352.88				547.49	740691.21
Tubería PVC 100 mm, 1.5 m Prof.	ml	788.51	211.0	72.50	60.00	343.50	270853.19
Tubería PVC 150 mm, 1.5 m Prof.	ml	564.37	700.0	72.5	60.0	832.50	469838.03

POZOS DE VISITA		123				22260.07	C\$ 2,737,988.27
Pvs de 0 a 1.5m	c/u	11				14667.58	161343.393
Excavación	m3	55.29	-	126	-	126.00	6966.81
Retorta de concreto	m3	6.912	646.32	385.4	194.0	1225.72	8471.58
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	12.1	1,683.39	1,114.5	157.7	2955.62	35762.98
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	11	1,319.83	864.5	161.3	2345.66	25802.29
Collarín de concreto	c/u	11	468.89	313.3	18.5	800.72	8807.93
Media caña	c/u	11	770.89	493.7	146.7	1411.29	15524.19
Peldaños	c/u	63.80	21.49	12.5	1.2	35.19	2244.85
Repello afinado	m2	77.44	33.10	11.8	6.6	51.47	3986.02
Tapa de hierro fundido	c/u	11	2,450.00	1,016	37.5	3503.74	38541.14
Relleno y compactación	m3	9.80	-	98	-	98.00	960.37
Botado de tierra	m3	63.73	-	124	100.0	224.00	14275.23
PVs de 1.5 a 2m	c/u	4				20127.81	80511.239
Excavación	m3	23.88	-	126	-	126.00	3008.40
Retorta de concreto	m3	2.51	646.32	390.0	194.0	1230.32	3092.14
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	11.50	1,683.39	1,114.5	157.7	2955.62	33989.61
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	4.00	1,319.83	864.5	161.3	2345.66	9382.65
Collarín de concreto	c/u	4.00	468.89	313.3	18.5	800.72	3202.88
Media caña	c/u	4.00	770.89	493.7	146.7	1411.29	5645.16
Peldaños	c/u	23.20	21.49	12.5	1.2	35.19	816.31
Repello afinado	m2	28.16	33.10	11.8	6.6	51.47	1449.46
Tapa de hierro fundido	c/u	4.00	2,450.00	1,016	37.5	3503.74	14014.96
Relleno y compactación	m3	7.33	-	98	-	98.00	718.68
Botado de tierra	m3	23.17	-	124	100.0	224.00	5190.99
PVs de 2 a 2.5m	c/u	7.00				25294.42	177060.97
Excavación	m3	54.98	0.00	126.00	0.00	126.00	6927.23
Retorta de concreto	m3	4.40	646.32	385.40	194.00	1225.72	5391.00
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	19.60	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	57930.12
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	7.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	16419.64

Collarín de concreto	c/u	7.00	468.89	313.30	18.53	800.72	5605.05
Media caña	c/u	7.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	9879.03
Peldaños	c/u	157.33	21.49	12.50	1.20	35.19	5535.90
Repello afinado	m2	181.30	33.10	11.75	6.62	51.47	9331.75
Tapa de hierro fundido	c/u	7.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	24526.18
Relleno y compactación	m3	44.38	0.00	98.00	0.00	98.00	4349.61
Botado de tierra	m3	139.13	0.00	124.00	100.00	224.00	31165.46
Pas de 2.5 a 3m	c/u	28.00				15636.57	437824.10
Excavación	m3	256.86	0.00	126.00	0.00	126.00	32364.01
Retorta de concreto	m3	17.59	646.32	385.40	194.00	1225.72	21564.02
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	26.80	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	79210.58
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	28.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	65678.55
Collarín de concreto	c/u	28.00	468.89	313.30	18.53	800.72	22420.19
Media caña	c/u	28.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	39516.13
Peldaños	c/u	220.33	21.49	12.50	1.20	35.19	7752.60
Repello afinado	m2	262.65	33.10	11.75	6.62	51.47	13518.59
Tapa de hierro fundido	c/u	28.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	98104.72
Relleno y compactación	m3	106.11	0.00	98.00	0.00	98.00	10399.12
Botado de tierra	m3	211.14	0.00	124.00	100.00	224.00	47295.59
Pas de 3 a 3.5m	c/u	25.00				18979.74	474493.52
Excavación	m3	274.89	0.00	126.00	0.00	126.00	34636.14
Retorta de concreto	m3	15.71	0.00	646.32	194.00	840.32	13199.72
Acero de refuerzo	lb	1733.79	20.00	6.00	4.00	30.00	52013.59
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	32.10	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	94875.35
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	25.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	58641.56
Collarín de concreto	c/u	25.00	468.89	313.30	18.53	800.72	20018.02
Media caña	c/u	25.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	35282.26
Peldaños	c/u	211.33	21.49	12.50	1.20	35.19	7435.93
Repello afinado	m2	251.03	33.10	11.75	6.62	51.47	12920.47
Tapa de hierro fundido	c/u	25.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	87593.50

Relleno y compactación	m3	131.49	0.00	98.00	0.00	98.00	12885.68
Botado de tierra	m3	200.85	0.00	124.00	100.00	224.00	44991.29
PVs de 3.5 a 4m	c/u	15.00				23253.82	348807.26
Excavación	m3	183.78	0.00	126.00	0.00	126.00	23156.73
Retorta de concreto	m3	9.42	0.00	646.32	194.00	840.32	7919.83
Acero de refuerzo	lb	1040.27	20.00	6.00	4.00	30.00	31208.15
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	35.40	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	104628.89
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	15.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	35184.94
Collarín de concreto	c/u	15.00	468.89	313.30	18.53	800.72	12010.81
Media caña	c/u	15.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	21169.35
Peldaños	c/u	181.33	21.49	12.50	1.20	35.19	6380.36
Repello afinado	m2	212.29	33.10	11.75	6.62	51.47	10926.74
Tapa de hierro fundido	c/u	15.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	52556.10
Relleno y compactación	m3	64.85	0.00	98.00	0.00	98.00	6355.08
Botado de tierra	m3	166.56	0.00	124.00	100.00	224.00	37310.27
PVs de 4 a 4.5m	c/u	15.00				24759.78	371396.63
Excavación	m3	212.06	0.00	126.00	0.00	126.00	26719.31
Retorta de concreto	m3	9.42	0.00	646.32	194.00	840.32	7919.83
Acero de refuerzo	lb	1040.27	20.00	6.00	4.00	30.00	31208.15
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	40.90	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	120884.80
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	15.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	35184.94
Collarín de concreto	c/u	15.00	468.89	313.30	18.53	800.72	12010.81
Media caña	c/u	15.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	21169.35
Peldaños	c/u	181.33	21.49	12.50	1.20	35.19	6380.36
Repello afinado	m2	212.29	33.10	11.75	6.62	51.47	10926.74
Tapa de hierro fundido	c/u	15.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	52556.10
Relleno y compactación	m3	93.12	0.00	98.00	0.00	98.00	9125.97
Botado de tierra	m3	166.56	0.00	124.00	100.00	224.00	37310.27
PVs de 4.5 a 5m	c/u	8.00				35569.36	284554.87
Excavación	m3	123.15	0.00	126.00	0.00	126.00	15516.99

Retorta de concreto	m3	5.03	0.00	646.32	194.00	840.32	4223.91
Acero de refuerzo	lb	554.81	20.00	6.00	4.00	30.00	16644.35
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	45.50	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	134480.64
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	8.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	18765.30
Collarín de concreto	c/u	8.00	468.89	313.30	18.53	800.72	6405.77
Media caña	c/u	8.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	11290.32
Peldaños	c/u	160.33	21.49	12.50	1.20	35.19	5641.46
Repello afinado	m2	185.18	33.10	11.75	6.62	51.47	9531.12
Tapa de hierro fundido	c/u	8.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	28029.92
Relleno y compactación	m3	21.34	0.00	98.00	0.00	98.00	2091.53
Botado de tierra	m3	142.56	0.00	124.00	100.00	224.00	31933.56
PVs mayores de 5m	c/u	10.00				34390.13	343901.29
Excavación	m3	183.78	0.00	126.00	0.00	126.00	23156.73
Retorta de concreto	m3	6.28	0.00	646.32	194.00	840.32	5279.89
Acero de refuerzo	lb	693.51	20.00	6.00	4.00	30.00	20805.43
Cilindro de ladrillo cuarterón	m	53.20	1683.39	1114.50	157.73	2955.62	157238.90
Cono de ladrillo cuarterón	c/u	10.00	1319.83	864.50	161.33	2345.66	23456.63
Collarín de concreto	c/u	10.00	468.89	313.30	18.53	800.72	8007.21
Media caña	c/u	10.00	770.89	493.69	146.71	1411.29	14112.90
Peldaños	c/u	166.33	21.49	12.50	1.20	35.19	5852.57
Repello afinado	m2	192.93	33.10	11.75	6.62	51.47	9929.87
Tapa de hierro fundido	c/u	10.00	2450.00	1016.24	37.50	3503.74	35037.40
Relleno y compactación	m3	77.08	0	98.00	0.00	98.00	7553.99
Botado de tierra	m3	149.42	0	124.00	100.00	224.00	33469.76
CAJAS DE INSPECCION	c/u	15	2226.9	1458.05	188.08	3873.00	58095.00

CARCO DE BOMBEO	c/u	2				115563.97	231127.93	
CASETA	c/u	2	21440	8950	1072.5	31462.50	62925	
BOMBA 1/2 HP	c/u	2	8641.1	5800	432.055	14873.16	29746.31	
BOMBA 1 HP	c/u	2	39,302.90	5800	1,965	47067.90	94135.8	
POZO HUMEDO	c/u	2	8198.11	7985.58	1286.72	19470.41	38940.82	
CONTROLES	c/u	2	7895		395	8290.00	16580	
PLANTA DE TRATAMIENTO	c/u	1					C\$ 2,934,380.69	
Cerca perimetral	ml	301.24	78322.38661	15664.47732	62657.90929	2345.50		
Limpieza y acondicionamiento	m2	4500.4	936083	234020.8	-	260.00	1170103.8	
Excavación	m3	237.99	698262.6	77584.74	-	3260.00	775847.34	
Terrenos	ha	0.456	133000	-	-	133000.00	60648	
Canaleta Parshall	c/u	1	13500	-	675	14175.00	14175	
Rejillas	c/u	1	43500	8500	2175	54175.00	54175	
Desarenador	c/u	2	284600	56920	14230	177875.00	355750	
Tanque Imhoff	c/u	2	129860.9	88765	6493.043	112559.45	225118.903	
Filtro anaerobio de flujo ascendente	c/u	2	260433	125108	13021.65	199281.33	398562.65	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS							C\$ 11,374,225.51	
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS							C\$ 16,265,142.48	
ADMINISTRACION Y UTILIDADES							C\$ 813,257.12	
SUB-TOTAL							C\$ 28,452,625.12	
VALOR AGREGADO							C\$ 4,267,893.77	
IMPUESTOS							284,526.251	
TOTAL DE COSTOS							C\$33,005,045.14	
TOTAL DE COSTOS USS							\$1,222,409.08	

ANEXO F
Planos

ANEXO G
Fotos



Ilustración 26. Concentración de los vertidos de A.R.D en el cauce



Ilustración 25. Contaminación del ecosistema local



Ilustración 27. Levantamiento topográfico en el casco urbano



Ilustración 28. Punto de vertido de las casas aledañas al cauce del río



Ilustración 30. Sistemas de evacuación de A.R.D existente.



Ilustración 29. Levantamiento topográfico



Ilustración 32. Cambio de Auxiliar en el levantamiento topográfico de la cuenca



Ilustración 31. Levantamiento topográfico de la cuenca del rio Danta



Ilustración 34. Aplicación de encuestas



Ilustración 33. Aplicación de encuestas



Ilustración 35. Aplicación de encuestas



Ilustración 36. Aplicación de encuestas



Ilustración 40. Accidentes geográfico



Ilustración 39. Accidentes geográfico

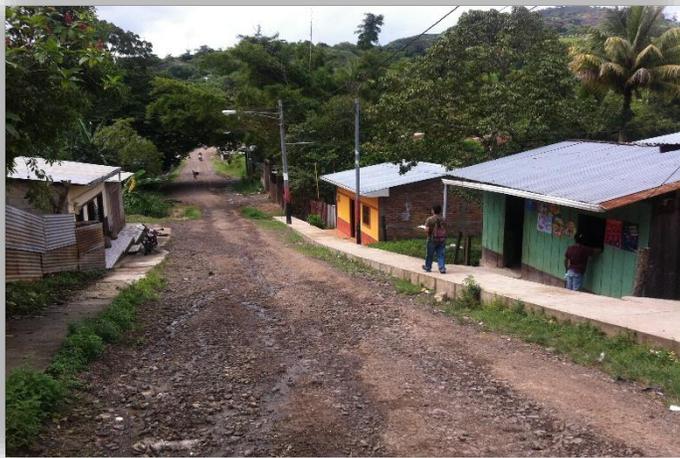


Ilustración 38. Accidentes geográfico

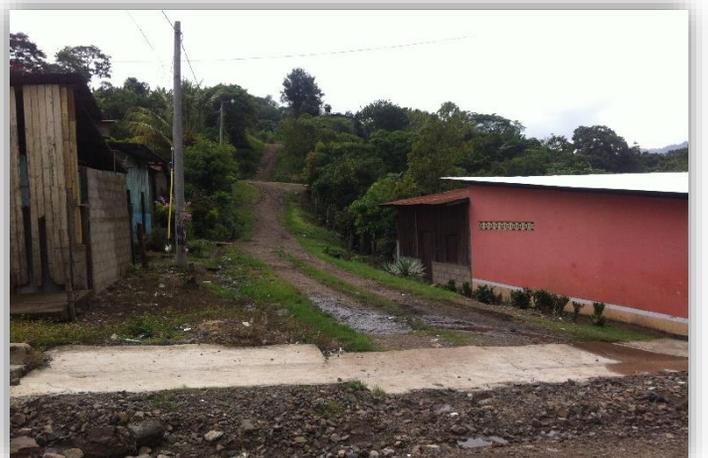


Ilustración 37. Accidentes geográfico