



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE I

**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD GARÍFUNA BAJAMAR Y
DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE AGUAS RESIDUALES COMUNIDAD
GARÍFUNA TRAVESÍA Y BAJAMAR , PUERTO CORTÉS, CORTÉS**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

**JANE MAHONEY GONZÁLES RIVERA 21251066
CRISTIAN NECTALY CONTRERAS MARTÍNEZ 21211348**

ASESOR: ING. OTTO FLORES

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABRIL, 2018

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA
UNITEC**

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVE REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO FASE I

“ING. MICHAEL JOB PINEDA”

ASESOR TEMÁTICO

“ING. OTTO FLORES”

MIEMBROS DE LA TERNA:

DERECHOS DE AUTOR

©Copyright 2018

CRISTIAN NECTALY CONTRERAS MARTÍNEZ

JANE MAHONEY GONZÁLES RIVERA

Todos los derechos son reservados

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores:

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)

San Pedro Sula, Cortés, Honduras

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, Cristian Neptali Contreras Martínez y Jane Mahoney Gonzáles Rivera, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD GARÍFUNA DE BAJAMAR Y DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE AGUAS RESIDUALES COMUNIDAD

GARÍFUNA TRAVESÍA Y BAJAMAR, PUERTO CORTÉS, CORTES, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito previo para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizamos a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 07 días del mes de febrero de dos mil dieciocho.

Abril, 2018

**Cristian Nectaly Contreras
Martínez 21211348**

**Jane Mahoney Gonzáles
Rivera 21251066**

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Michael Job Pineda
Asesor Metodológico UNITEC

Ing. Otto Flores
Asesor Temático UNITEC

Ing.

Coordinador de Terna

Ing.

Miembro de Terna

Ing.

Miembro de Terna

Ing. Héctor Wilfredo Padilla Sierra
Coordinador Académico de Ingeniería Civil UNITEC

DEDICATORIA

En primer lugar, gratifico a Dios por haberme dirigido en el camino y permitirme alcanzar este logro, Dios es, y fue, mi fortaleza en esta etapa significativa de mi vida hasta su culminación. Agradezco a mis padres Dunia Onelia Rivera Mejía y José Antonio Gonzáles Osorio por el amor, su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa y por brindarme la mejor enseñanza que es, la humildad, la obediencia y la perseverancia superan cualquier obstáculo. A mis hermanos Darío Alejandro Gonzáles Rivera y José Antonio Gonzáles Rivera, por desear en mi vida lo bueno únicamente. A Karen M. Ruano y Sonia O. Guardado por su amistad y compañía sin importar las dificultades presentes. Es un gusto también agradecer a Saúl Bueso por su apoyo incondicional a lo largo del proyecto. A los catedráticos por compartir sus conocimientos, para formar profesionales de éxito. Por ultimo al resto de mi familia que siempre me han apoyado ante cualquier adversidad.

Jane M. Rivera

Le doy gracias a Dios por permitirme cumplir mi proyecto, gracias a mis padres que se han esforzado de manera incalificable. Mis padres han sido mi inspiración para seguir adelante, ellos son mi ejemplo de trabajo duro y dedicación. Gracias a mi hermana por siempre aconsejarme. Mis tíos y tías que han sido de gran importancia en mi vida. Toda mi familia ha marcado este logro.

Cristian N. Contreras

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a Dios por permitirnos culminar esta etapa importante de nuestra vida.

A nuestros padres por su sacrificio, su apoyo por ser el modelo perfecto de esfuerzo y dedicación para ayudarnos a ser personas exitosas en nuestras vidas.

A nuestros familiares y amigos por ser parte primordial en esta etapa importante, por su apoyo incondicional y ayuda para llegar a cumplir nuestros logros.

A nuestros catedráticos que a lo largo de nuestra carrera nos han compartido su tiempo y conocimientos, para formar profesionales de éxito.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo denominado "Diseño De Alcantarillado Sanitario De La Comunidad Garífuna De Bajamar Y Diseño Línea De Conducción Principal De Aguas Residuales Comunidad Garífuna Travesía Y Bajamar, Puerto Cortés, Cortés" contiene todas las actividades y diseño realizados durante 10 semanas de proyecto de graduación donde este realizado por la municipalidad de Puerto Cortés.

La estrategia de reducción de la pobreza (ERP), adoptada por el gobierno el año 2000, establece como metas en el sector de agua potable y saneamiento alcanzar una cobertura del 95% a nivel nacional. La secretaria Técnica del consejo Nacional de Agua y Saneamiento (CONASA), estableció entre sus prioridades el tener un programa de inversiones del sector para el periodo 2007-2015.

La metodología que se impuso consiste en un enfoque cuantitativo. El alcance del proyecto se limita en el diseño de la red de aguas negras y a la línea de conducción principal de las aguas residuales de las comunidades garífunas de Travesía y Bajamar.

Se emplearon las normativas del SANAA para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario; permiso concedido por la municipalidad de Puerto Cortés. Se utilizó el software de SewerUo para el diseño del sistema de alcantarillado y la línea de conducción principal, programa especializado en el diseño para alcantarillado sanitario donde solo se corroboran los planos realizados de dicho programa.

Índice de Contenido

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
2.1. ANTECEDENTES.....	6
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	7
2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	8
2.4. OBJETIVOS.....	8
2.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.5. JUSTIFICACIÓN	9
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
3.1.1. ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO	11
3.1.2. ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO.....	19
3.1.3. ANÁLISIS INTERNO	21
3.2. TEORÍA DE SUSTENTO	23
3.2.1. SISTEMA AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA) 24	
3.3. MARCO CONCEPTUAL.....	33
3.4. MARCO LEGAL	40
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	45
4.1 OPERACIONALIZACIÓN.....	45
4.1.1 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN	46
4.1.2 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN	47

4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	49
4.2.1 TIPO DE DISEÑO	49
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRAS	49
4.3.1 POBLACIÓN	49
4.3.2 TAMAÑO DE MUESTRA	49
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	49
4.4.1 INSTRUMENTOS	50
4.4.2 TÉCNICAS	50
4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA	50
4.5.1 UNIDAD DE ANÁLISIS	50
4.5.2 UNIDAD DE RESPUESTA	50
4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN	51
4.6.1 FUENTES PRIMARIAS	51
4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS	51
4.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	51
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	54
5.1 CRITERIOS DE DISEÑO	54
5.1.1 PERÍODO DE DISEÑO	54
5.1.2 POBLACIÓN DE DISEÑO	54
5.1.3 DOTACIÓN	57
5.1.4 CAUDAL POR INFILTRACIÓN	57
5.1.5 CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS	58
5.1.6 VELOCIDADES MÍNIMAS Y MÁXIMAS	58
5.1.7 DIÁMETROS MÍNIMOS	58
5.1.8 PENDIENTES	58
5.1.9 POZOS DE INSPECCIÓN Y POZOS DE CAÍDA	58
5.1.10 RELACION ENTRE DIÁMETRO Y TIRANTE (Y/D)	59
5.1.11 PROFUNDIDADES	59

5.1.12 TIPO DE TUBERÍA.....	59
5.2 PROCESOS DE DISEÑO	59
5.2.1 DIRECCIÓN DE LOS FLUJOS DE LOS CAUDALES.....	60
5.2.2 DATOS GENERALES.....	63
5.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE SEWER UP	63
5.2.4 COMPROBACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL SOFTWARE.....	77
VI. CONCLUSIONES.....	79
VII. RECOMENDACIONES.....	81
VIII. BIBLIOGRAFÍA	82

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.Cobertura De Los Servicios De Agua Potable Y Saneamiento, 2008.....	13
Ilustración 2.Cobertura De Los Servicios De Agua Potable Y Saneamiento, 2011	17
Ilustración 3.Cobertura De Saneamiento En Centroamérica Y República Dominicana	19
Ilustración 4.Grado De Exclusión De Saneamiento A Nivel Nacional.....	20
Ilustración 5.Relación De Diámetros.....	30
Ilustración 6.Material Selecto Usado Alrededor De La Tubería.....	31
Ilustración 7.Secciones Típicas De Calles Peatonales Con Tuberías	32
Ilustración 8.Sección Típica En Caso De Necesitarse Solo Una Cuneta De Aguas Lluvias.....	33
Ilustración 9.Cronograma De Actividades	52
Ilustración 10.Continuación Cronograma De Actividades.....	53
Ilustración 11.Dirección Del Flujo De Los Caudales En El Primer Sector De Bajamar.	60
Ilustración 12.Dirección Del Flujo De Los Caudales En El Segundo Sector De Bajamar.....	61
Ilustración 13.Dirección Del Flujo De Los Caudales En El Tercer Sector De Bajamar.	61
Ilustración 14.Dirección Del Flujo De Los Caudales En El Cuarto Sector De Bajamar.	62
Ilustración 15.Dirección Del Flujo De Los Caudales En El Quinto Sector De Bajamar.....	62
Ilustración 16.Representación De Los Pozos B12 Y B11.....	77

Índice de Tablas

Tabla 1.Enfermedades por falta de alcantarillado sanitario en Bajamar _____	22
Tabla 2. Resumen de Operacionalización _____	45
Tabla 3.Esquema de las Variables de Operacionalización del Proyecto _____	46
Tabla 4.Descripción de las variables de Operacionalización _____	47
Tabla 5.Población según el sexo del a comunidad de Bajamar. _____	54
Tabla 6.Población de la comunidad Bajamar en el 2018 _____	56
Tabla 7.Datos generales del diseño _____	63
Tabla 8.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 1. _____	64
Tabla 9.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 2. _____	65
Tabla 10.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 3. _____	66
Tabla 11.Gastos del diseño Sector 1. _____	68
Tabla 12.Gastos del diseño Sector 2. _____	69
Tabla 13.Gastos del diseño Sector 3. _____	70
Tabla 14.Descripción de los tramos Sector 1. _____	72
Tabla 15.Descripción de los tramos Sector 2. _____	73
Tabla 16.Descripción de los tramos Sector 3. _____	73
Tabla 17.Descripción de los tramos Sector 1. _____	74
Tabla 18.Descripción de los tramos Sector 2. _____	75
Tabla 19.Descripción de los tramos Sector 3. _____	76

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1.Caudal Final Para El Diseño De Un Sistema De Alcantarillado Sanitario	25
Ecuación 2.Caudal Doméstico Para El Diseño	25
Ecuación 3.Factor De Harmon Para El Caudal Doméstico	26
Ecuación 4.Velocidad Cuando El Tubo Está Lleno	28

Ecuación 5.Caudal Cuando La Tubería Está Llena.....	29
Ecuación 6.Relación Entre Caudal Y Velocidad.....	29
Ecuación 7,Relación Entre Velocidad Real Y Velocidad A Tubo Lleno	29
Ecuación 8.Relación Entre Diámetro Y Tirante	30
Ecuación 9.Fórmula Para El Cálculo De Población Futura	55

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Se denomina alcantarillado o también red de alcantarillado, red de saneamiento red de drenaje al sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural al no contar con un sistema de alcantarillado sanitario, se pondría en exposición la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas.

La comunidad garífuna de Bajamar es un pueblo muy popular de Puerto Cortés, se encuentra en la costa oeste del municipio, en una zona de fácil acceso muy visitada por turistas nacionales sobre todo durante las vacaciones de Semana Santa. Estas comunidades se encuentran en una zona relativamente alejada del puerto, pero son seguras y además cuentan con los servicios básicos de agua potable y energía eléctrica, hay varios restaurantes sencillos, pulperías, glorietas y algunos hoteles.

El departamento de Cortés cuenta con un porcentaje aceptable de servicio de alcantarillado sanitario en su territorio; pero aún hay zonas que no cuentan con este servicio. Es la razón por la cual las autoridades municipales solicitan ayuda a la Universidad Tecnológica Centroamericana, para presentar una propuesta de diseño que sea eficiente y económica para proseguir a la gestión de los fondos para llevar a cabo el proyecto.

En la comunidad Garífuna de Bajamar, Puerto Cortés, se construirá un sistema de alcantarillado sanitario con el fin de mejorar la calidad de vida de la población. A su vez, la municipalidad ha solicitado una propuesta para la evacuación de las aguas residuales de las comunidades garífunas de Travesía y Bajamar, hasta la bomba de

impulsión más cercana a la planta de tratamiento existente en Camagüey. El diseño se regirá bajo las normas y criterios de diseño establecidos en el manual del SANAA. Se presentará la situación actual del saneamiento de agua en el entorno de la comunidad Garífuna de Bajamar. Se presentarán los parámetros de diseño de alcantarillado, así como también el diseño completo, desde el levantamiento topográfico hasta los resultados del diseño con su presupuesto.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Puerto Cortés carece de un sistema de alcantarillado sanitario en algunas zonas, lo cual puede afectar la población y este expuesta a ser víctimas de cualquier brote de enfermedades. La comunidad garífuna de Bajamar cuenta con una población aproximada de 2,055 habitantes y la comunidad garífuna de Travesía con 1,825 habitantes. La construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Bajamar y la línea de conducción principal de aguas residuales de Travesía y Bajamar, es un proyecto que debe de realizarse para evitar que la población de estas zonas permanezca expuesta a enfermedades.

2.1. ANTECEDENTES

Puerto Cortés es una de las ciudades pioneras el sistema de bombeo debido al alto nivel freático y la eficiencia en el rendimiento de bombeo. En los proyectos de alcantarillado sanitario que se realizan en Puerto Cortes se usa un sistema llamado Pozos Punta, los cuales permiten la excavación del terreno bajo nivel freático mediante un bombeo especial que mantiene el equilibrio entre la aportación y extracción.

La comunidad de Bajamar es habitada por el grupo étnico garífuna. Su actividad principal para el sustento de día a día es la pesca y la venta de alimentos derivados del coco. La comunidad es una zona turística, lo cual genera ingresos para las familias con la venta de comida y el alquiler de las champas que se encuentran a la orilla del mar que han sido construida por ellos mismos.

La comunidad de Bajamar cuenta con una población total de 2,055 habitantes y con 607 viviendas. Las casas se encuentran distribuidas de forma organizada con excepción de algunos lotes.

Al no tener un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento las aguas residuales se infiltran en el suelo contaminando el nivel freático, las aguas residuales causan daños significativos al medio ambiente contaminando las aguas, el aire y suelo, así como la salud de la población.

El agua de mala calidad es un vehículo propicio para la transmisión de enfermedades como el cólera, diarrea, disentería, enfermedades virales, enfermedades respiratorias, parasitismo intestinal, hepatitis A y casos de hepatitis B, entre otras. Esas enfermedades pueden ser transmitidas por el agua a través de organismos patógenos, relacionados con la higiene, es decir, transmitidos vía fecal-oral, por contacto de la piel y también relacionados con la disposición de excretas.

En las comunidades garífunas de Travesía y Bajamar ubicadas al norte del país en el municipio de Puerto Cortes, desechan sus aguas utilizadas en sus propios terrenos o botaderos cercanos. La comunidad está expuesta a enfermedades infecciosas por la falta de un sistema de alcantarillado sanitario.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se ha observado el aumento incontrolable de la contaminación debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales, Como consecuencia, los suelos son menos fértiles, los problemas de salud en la población aumentan y no contribuye a la calidad de vida de la comunidad. Actualmente las aguas residuales producida por la comunidad se convierten en vehículos de muchas enfermedades y trastornos del medioambiente.

2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“La comunidad Garífuna de Bajamar no cuenta con el diseño de alcantarillado sanitario, a su vez, las aguas residuales que genera la comunidad no son tratadas y

están siendo vertidas en sus propios terrenos o botaderos cercanos contaminando las cercanías del sitio”.

2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué diseño y con qué características cumplirá los requerimientos del alcantarillado sanitario de la comunidad garífuna de Bajamar y la línea de conducción principal de aguas residuales de las comunidades de Travesía y Bajamar en Puerto Cortés?

2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Con qué características topográficas cuenta la comunidad garífuna de Puerto Cortés?
- 2) ¿Qué material y diámetro de tubería sería el más conveniente para el diseño del sistema alcantarillado sanitario de Bajamar?
- 3) ¿A qué profundidades deben estar los pozos de inspección en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de Bajamar?
- 4) ¿Qué material y diámetro de tubería sería el más conveniente para la línea de conducción de aguas residuales de las comunidades de Travesía y Bajamar?
- 5) ¿A qué profundidades deben estar los pozos de inspección para la línea de conducción de aguas residuales de las comunidades de Travesía y Bajamar?
- 6) ¿A cuánto asciende el monto del proyecto de alcantarillado sanitario y de la línea de conducción de aguas residuales?

2.4. OBJETIVOS

Para definir la finalidad de este proyecto se han determinado objetivos, estos objetivos se dividen en objetivo general y objetivos específicos. El objetivo general indica en su totalidad qué se va brindar como resultado y los objetivos específicos indicarán qué acciones puntualmente deben llevarse a cabo para cumplir el objetivo general.

2.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad garífuna de Bajamar y línea de conducción principal de aguas residuales para las comunidades Garífunas de Travesía y Bajamar; contribuyendo así directamente a la salud humana, mejorando el medioambiente y dando solución integral al problema de la disposición de excretas y aguas servidas.

2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar la ruta óptima para el diseño de alcantarillado sanitario de la comunidad.
- 2) Definir el tipo y diámetro de tubería requerido para el sistema de alcantarillado sanitario de Bajamar.
- 3) Calcular profundidad de los pozos de inspección que se debe tener en el diseño de sistema de alcantarillado sanitario de Bajamar basándose en la norma del SANAA.
- 4) Definir el tipo y diámetro de tubería requerido para la línea de conducción de las comunidades de Travesía y Bajamar.
- 5) Calcular profundidad de los pozos de inspección que debe tener el diseño de la línea de conducción de las comunidades de Travesía y Bajamar.
- 6) Estimar el presupuesto total del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario de Bajamar y línea de conducción principal de aguas residuales para las comunidades de Travesía a Bajamar, Puerto Cortes, Cortes.

2.5. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, se utilizan fosas sépticas las cuales por sus características de humedad y condiciones anaeróbicas son focos de contaminación por provocar malos olores y deterioro de los mantos acuíferos su superficiales. Por lo tanto, al realizar el diseño de alcantarillado sanitario permitiría sustituir este sistema por letrinas de arrastre de agua(inodoros).

Por otra parte, al transportar el agua residual a través de tuberías se evitará la infiltración de patógenos y contaminantes directamente al suelo, que como consecuencia pueden dañar los mantos acuíferos. Otro beneficio que se generaría al contar con un sistema de alcantarillado sanitario será una mayor distribución de espacios en las viviendas, ya que al utilizar fosa séptica tienen que ubicarlas lejos de las habitaciones y cocina debido a los malos olores y para evitar enfermedades.

Las aguas residuales que genera la comunidad no son tratadas y están siendo vertidas en sus propios terrenos o botaderos cercanos.

Con la construcción de la red de alcantarillado sanitario la población de esta comunidad mejorara notablemente su calidad de vida y sus condiciones de salud, así como su desarrollo económico ya que aumentara el valor de los lotes y viviendas mediante dicha red trayendo beneficios al turismo.

Con la construcción de la línea de conducción principal de las comunidades de Travesía y Bajamar, mejorara la evacuación de las aguas residuales de la zona ya que serán tratada en la planta de tratamiento ubicada en Camagüey.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Con la teoría que se le presenta a continuación, se sustenta la información requerida para el diseño de alcantarillado sanitario de Bajamar y la línea de conducción de aguas residuales de las comunidades garífunas de Travesía y Bajamar. En el marco teórico se muestra la información del macro entorno, micro entorno y análisis interno, estos están formados por factores que afectan directamente el incremento de sistemas de alcantarillado sanitario a nivel latinoamericano, nivel nacional y específicamente de la ciudad de Puerto Cortés.

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En Centroamérica y República Dominicana el 92% de la población tiene acceso a servicio de alcantarillado sanitario y su respectiva evacuación de excretas. Ahora bien, el 8% restante representa la región que no cuenta de un sistema de alcantarillado sanitario. En Honduras a nivel nacional la cobertura de servicios de agua en zonas rurales es del 82% y de saneamiento un 72%. La situación de los servicios de agua en zonas urbanas es de 72% de cobertura y la cobertura de servicio del alcantarillado es de 47%. (Secretaria General del Sistema de Integración Centroamericana, 2010, pág. 9)

3.1.1. ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que el saneamiento deficiente es la causa de 280 000 muertes por diarrea cada año y que es un importante factor subyacente a varias enfermedades tropicales desatendidas, como las lombrices intestinales, la esquistosomiasis y el tracoma. Las malas condiciones de saneamiento también contribuyen a la malnutrición.

“El acceso a este servicio reduce la incidencia de enfermedades de origen hídrico causadas por el consumo de agua contaminada con patógenos o componentes químicos derivados del mal manejo de las aguas residuales” (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2006, pág. 1).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) unas 842 000 personas de países de ingresos bajos y medianos mueren cada año como consecuencia de la insalubridad del agua y de un saneamiento y una higiene deficientes. Estas muertes representan el 58% del total de muertes por diarrea. Se considera que un saneamiento deficiente es la principal causa de unas 280 000 de estas muertes.

El uso de los sistemas de drenaje convencionales puede ser no sostenible en regiones que sufren de escasez de agua. Eso origina que el 80% de este tipo de aguas en el mundo no reciba un tratamiento adecuado para evitar la contaminación y la propagación de enfermedades, según la ONU. Los países más afectados son los menos desarrollados, según el último informe que publicó esta semana la ONU. Por eso el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma) instó a los gobiernos a convertir el tratamiento de las aguas residuales en una prioridad para la agenda del desarrollo. (Redacción Sociedad, 2015, pág. 1)

Según el Banco Mundial, en América Latina las tres cuartas partes del agua fecal o residual va a parar a los ríos. Ocurre en una región en donde se ubica un tercio de las fuentes de agua del mundo. La Organización Mundial de la Salud recordó que 1,6 millones de personas mueren cada año de enfermedades diarreicas (incluido el cólera) atribuibles a la falta de acceso a un agua potable salubre y al saneamiento básico. (Redacción Sociedad, 2015, pág. 1)

Esta debe aprobarse para dar continuidad a los Objetivos del Milenio (ODM), que concluyen este 2015. El objetivo 7, precisamente, plantea garantizar la sostenibilidad del medio-ambiente, algo que ha sido difícil de conseguir. La ONU alertó el año pasado que 1,8 millones de niños menores de 5 años mueren al año. Es decir, un niño cada 20 segundos, por enfermedades vinculadas a la contaminación del agua. (Redacción Sociedad, 2015, pág. 1)

La falta de agua potable y saneamiento es una amenaza para la salud humana. El cambio climático, la contaminación ambiental, el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y el rápido crecimiento urbano afectaran el abastecimiento de agua en ambos desarrollados y en desarrollo. Las sequías debido al cambio climático son cada vez más comunes, incluso en Europa y América del Norte, que conducen a la escasez de agua y, con otros relacionados con el clima los fenómenos extremos que generan una mayor incertidumbre en la calidad del suministro de agua. (SOSTENIBLE, 2015, pág. 49)

Un Sistema de alcantarillado no soluciona los problemas ambientales que afectan a todo el mundo, pero sí puede ayudar de alguna forma a que el impacto ambiental provocado por el crecimiento poblacional sea menor.

La ilustración 1 representa la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina.

(En porcentajes)

	Agua por red			Saneamiento por red		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Argentina	^a	99	^a	^a	60	^a
Bolivia	83	97	57	38	56	4
Brasil	92	97	65	59	68	7
Chile	96	99	76	82	93	11
Colombia	76	90	59	57	88	20
Costa Rica	99	100	98	26	39	5
Ecuador	92	97	81	55	74	15
El Salvador	68	81	44	34	50	2
Guatemala	76	90	61	40	68	8
Honduras	34	52	16	37	63	6
México	90	94	76	58	69	21
Nicaragua	65	89	30	21	36	0
Paraguay	96	99	92	10	16	0
Perú	67	84	33	54	78	8
Uruguay	97	98	77	55	59	1
Venezuela	91	91	^a	91	91	^a
Promedio	86	94	65	57	70	12

Ilustración 1. Cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, 2008

Fuente: (Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (SEDLAC), 2009)

En América Latina, aproximadamente un 70% del sector urbano cuenta con el servicio de saneamiento y un 12% corresponde a las zonas rurales.

NICARAGUA

Según el informe en el país se invierten once millones de dólares en saneamiento, pero para que las zonas rurales de Nicaragua logren tener un 95% de cobertura de saneamiento se invierten por lo menos 54 millones de dólares. Por otra parte, se

destaca que la mayoría de la inversión que se realiza en saneamiento es a través de organismos internacionales.

Nicaragua, que además tiene una de las tasas más altas de crecimiento poblacional de toda América Latina, no ofrece suficientes servicios básicos de abastecimiento de agua potable y saneamiento a su población. En las zonas rurales, el 31,2% de la población no tiene acceso a un servicio de agua potable y 30,1% no tiene acceso a instalaciones adecuadas para la evacuación y disposición de excretas. Esta población, que representa 44,1% de la población total del país, ha sido tradicionalmente excluida de los planes y programas de inversión en infraestructura social. (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID),2015, pág. 1)

Por otra parte, la cobertura de agua y saneamiento en las zonas urbanas y peri-urbanas es insuficiente. Aproximadamente el 77% de los hogares soportan continuos cortes de agua y horas de servicio limitadas. El 90% de la población urbana cuenta con acceso a servicios de alcantarillado sanitario. Estas precarias condiciones de higiene representan la principal causa de enfermedades diarreicas, sobre todo entre los grupos más vulnerables como los niños menores de cinco años. (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID),2015, pág. 1)

GUATEMALA

Según a la información del banco de proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), hay alrededor de 1,547 proyectos existentes de agua potable y saneamiento lo cual representa el 20% del total de proyectos de todos los sectores; 685 proyectos se encuentran en ejecución y los 862 proyectos restantes están en cartera.

En el marco de ejecución del Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en el territorio de la mancomunidad Tzolojya, fue inaugurado el proyecto denominado "Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales" en el municipio de San José Chacayá, Sololá. La inversión realizada es de Q 7,109,197.94 (\$ 935,420.78), con aportes de la Mancomunidad Tzolojya a través de Cooperación Española y los aportes de contrapartida de la Municipalidad de San José Chacayá y del Instituto de Fomento Municipal -INFOM-, para beneficiar a 1,213 personas de forma directa. (Cooperación Española,2016, pág. 1)

COSTA RICA

Costa Rica ha priorizado los proyectos de inversiones en agua potable sobre los proyectos de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de las aguas residuales. A nivel nacional, aproximadamente el 81% de la población de Costa Rica tiene acceso a la cobertura de servicios de agua potable y el 92% tiene acceso a

saneamiento. En las zonas rurales del país la cobertura de agua potable baja a un 60% y la cobertura de saneamiento a un 88%.

Solamente el 24% de la población costarricense tiene acceso a alcantarillado sanitario, y el 4% de las aguas servidas reciben tratamiento. Como consecuencia, esto ha aumentado la contaminación de las cuencas hidrográficas, el incremento de daños medioambientales, y problemas de salud entre la población.

Costa Rica es uno de los países más avanzados en brindar agua potable a sus habitantes; sin embargo, venía flaqueado en el tratamiento de las aguas residuales. De tal modo, el principal proyecto de este Gobierno fue continuar con intensidad el alcantarillado sanitario de la Gran Área Metropolitana, que implica una inversión de ₡67.619 millones. Lo sigue la partida de Obras Menores, con una asignación de ₡7.900 millones, y la construcción del alcantarillado sanitario de Puerto Viejo y Cocles, en Limón, una inversión de ₡2.788 millones. (Gobierno de la República de Costa Rica, 2017, pag.1)

AyA desarrolló 18 proyectos de alcantarillado en el Gran Área Metropolitana (GAM). Desarrollados a partir del 2014 y hasta la fecha, ya están concluidos. La inversión ronda los ₡2 mil millones. Estas "pequeñas redes" de recolección y tratamiento (que tienen un impacto favorable en el medio ambiente y la salud) cuenta con ventaja del tratamiento de las llamadas "aguas grises": las de las duchas y pilas de lavado. La institución tiene programado invertir \$1.456 millones hasta el año 2020, con el fin de mejorar la infraestructura para suministrar los servicios de agua potable, saneamiento, mejorar la eficiencia operativa de los sistemas a través de programas de recuperación de agua no contabilizada, equipamiento y mejoras de la gestión integral. (Gobierno de la República de Costa Rica, 2017, pag.1)

BRASIL

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Brasil presentó el cuarto peor desempeño en América Latina en cuanto al suministro de agua en zonas rurales (58% de cobertura) y saneamiento (35%) en el periodo de tiempo 1999-2002.

Aproximadamente 20 millones de personas o 1/3 de la población rural del país no tuvo acceso a esos servicios básicos y, en consecuencia, a los beneficios que un medio ambiente saludable y mejores condiciones de vivienda proporcionan a la salud (INFANTE,2005). La Fundación Nacional de Salud (FUNASA) informa que en 2007 solo el 28% de la población rural tuvo acceso a un sistema de suministro de agua, 22% a un sistema de alcantarillado y 27% a la recolección de basura (BRASIL,2009). El abastecimiento de agua y saneamiento rural no ha tenido ningún progreso en Brasil en los últimos 30 años, no solo como resultado de la escasez de fondos y

voluntad política, sino también debido a la ineficiencia en la asignación de recursos, y la ausencia de normas y planificación a largo plazo. (Corea de faria, s/f, pág. 1)

Para mejorar la situación actual de Brasil, Infante (2006) sugiere una visión ampliada del saneamiento público más allá de un enfoque en la construcción de infraestructura, de modo de incluir la operación, mantenimiento, financiación permanente e instalaciones sanitarias en el domicilio.

URUGUAY

Uruguay financiará la ampliación de la cobertura de saneamiento por redes, beneficiando a 6.700 hogares, y mejorará la calidad y eficiencia operativa del servicio de agua potable, beneficiando a 7.000 hogares en la Ciudad de la Costa con un préstamo de US\$45 millones aprobado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y US\$30 millones del Fondo Chino de Cofinanciamiento para América Latina y el Caribe. El Proyecto de Saneamiento de la Ciudad de la Costa-Zona Oeste incluirá el aumento de la cobertura de saneamiento en la zona oeste, así como la reposición de redes de agua potable en las zonas oeste y central de esa ciudad y la capacitación de funcionarios de Obras Sanitarias del Estado (OSE) para la operación y mantenimiento del sistema de saneamiento.(Banco Interamericano De Desarrollo, 2014, Pág. 1)

Con la realización de este proyecto se logra contribuir al Programa Integrado de Saneamiento de Ciudad de la Costa que se está ejecutando desde el año 2009 con la ayuda del BID para el mejoramiento de calidad de vida de la población brindando el servicio de saneamiento. Se construirán alrededor de 100 kilómetros de redes secundarias y colectores, proporcionando el acceso de saneamiento a 6,700 hogares.

Construir 2,2 kilómetros de colector y 7 estaciones de bombeo; y reponer 120 kilómetros de red de agua potable en la zona oeste y central de la ciudad, mejorando la calidad del servicio de 7.000 hogares. Se estima que el proyecto beneficiará a 20.000 personas. Además, se capacitará a funcionarios de OSE para asegurar una adecuada operación y mantenimiento del sistema de saneamiento de Ciudad de la Costa que incluye una planta de tratamiento de aguas residuales, un emisario terrestre y subfluvial, el sistema de estaciones de bombeo y las redes de saneamiento. (Banco Interamericano De Desarrollo, 2014, Pág. 1)

BOLIVIA

Más de 2.5 millones de bolivianos no cuentan con el servicio de agua potable y 5 millones carecen de un alcantarillado sanitario. Estas necesidades dan como resultados la mala calidad de vida de la población, enfermedades que corresponden a un tercio de las muertes infantiles.

Bolivia hará reformas de políticas públicas que facilitarán mejoras de la cobertura y gestión de sus servicios de irrigación, agua potable y saneamiento con un préstamo de US\$90 millones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El préstamo ayudará al gobierno de Bolivia a mejorar la planificación, fortalecer el desarrollo institucional, apoyar la aplicación de la política financiera, y desarrollar instrumentos de monitoreo y evaluación en el área de agua potable, saneamiento e irrigación. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016, pág. 1)

El préstamo del BID consta de dos tramos: un tramo de US\$76,5 millones del capital ordinario a 30 años de plazo, con seis años de gracia, y a una tasa basada en la LIBOR, y un segmento de US\$13,5 millones del Fondo de Operaciones Especiales, a 40 años de plazo, con 40 años de gracia, y a una tasa del 0,25 por ciento. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016, pág. 1)

La ilustración 2 muestra la población de Bolivia que cuenta con el servicio de agua potable y saneamiento.

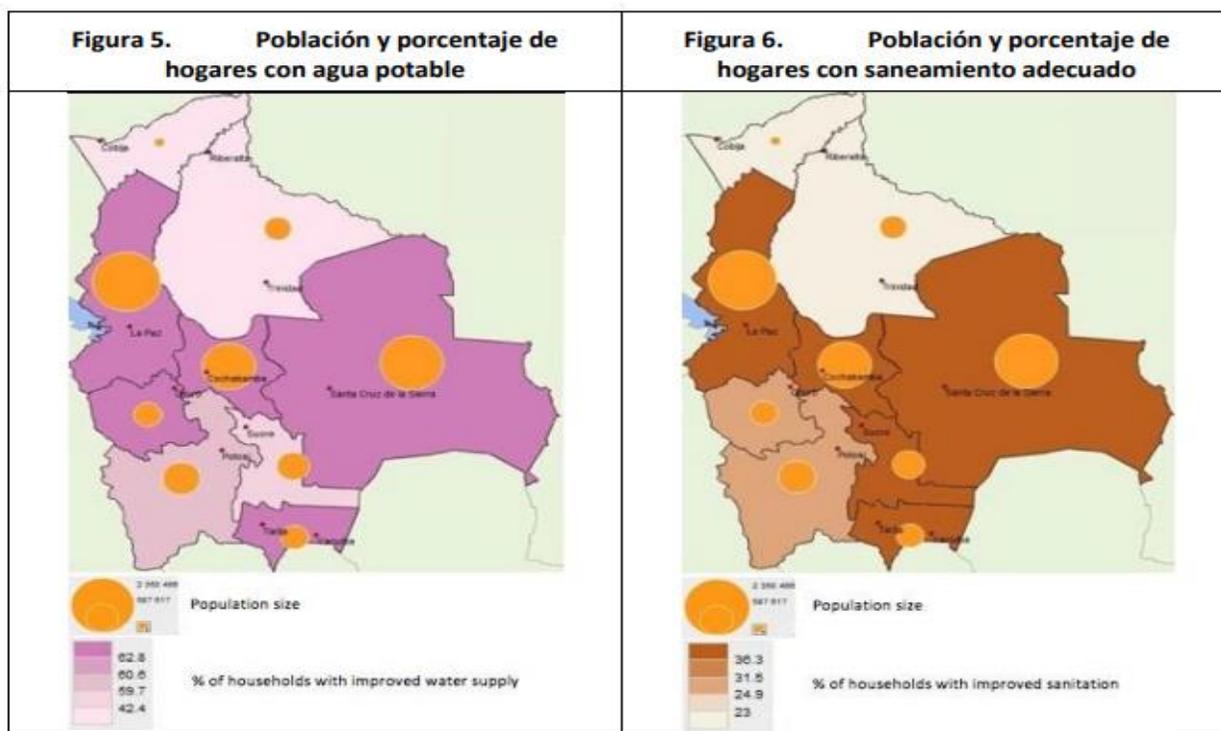


Ilustración 2. Cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, 2011

Fuente: (INE, Servidor de información cartográfica del Censo, 2011)

Alrededor del 37% hogares en Bolivia cuenta con saneamiento adecuado y un 62.8% de hogares cuentan con el servicio de agua potable.

CENTROAMÉRICA Y REPUBLICA DOMINICANA

El saneamiento en Centroamérica y República Dominicana refleja que el 92.07% (48.04 millones de personas) de la población tienen accesos a servicio de alcantarillado y evacuación sanitaria de excretas. Sin embargo, aproximadamente 4,138,355 personas, equivalente al 7.93% carecen de un sistema básico de saneamiento. La población que tiene acceso a un sistema de alcantarillado representa el 32.42% (16,916,232 personas), las cuales generalmente se localizan en las zonas urbanas. Volumen estimado de las aguas residuales producidas en la región por los sistemas de alcantarillado, contra la capacidad de la región de dar tratamiento a las aguas residuales; se concluye que aproximadamente el 68.7% (712.48 millones de M3/año) de las aguas residuales son descargadas a un cuerpo receptor sin ningún tratamiento. (Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana, 2010, pág. 9)

En Centroamérica y República Dominicana, los informes de avance en el sector de agua potable y saneamiento han estado dirigidos a presentar principalmente el avance en cuanto a cobertura en infraestructura sin considerar la calidad en la prestación de los servicios. La Región carece de una red de información sectorial que incluya indicadores concertados y apropiados para medir los avances y/o retrocesos del saneamiento. (Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana, 2010, pág. 13)

De acuerdo a las estimaciones realizadas, se requieren US\$7,700.00 millones de dólares americanos para alcanzar la universalidad de los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales de la región. El total de plantas de tratamientos es de 807 plantas instaladas. El rango de tecnologías usadas es amplio, pero la mayor parte se concentra en todos activados y lagunas de estabilización en sus diferentes complejidades de comportamiento biológico (anaeróbicas, facultativas o aireadas).

La ilustración 3 representa la cobertura de saneamiento en Centroamérica y República Dominicana

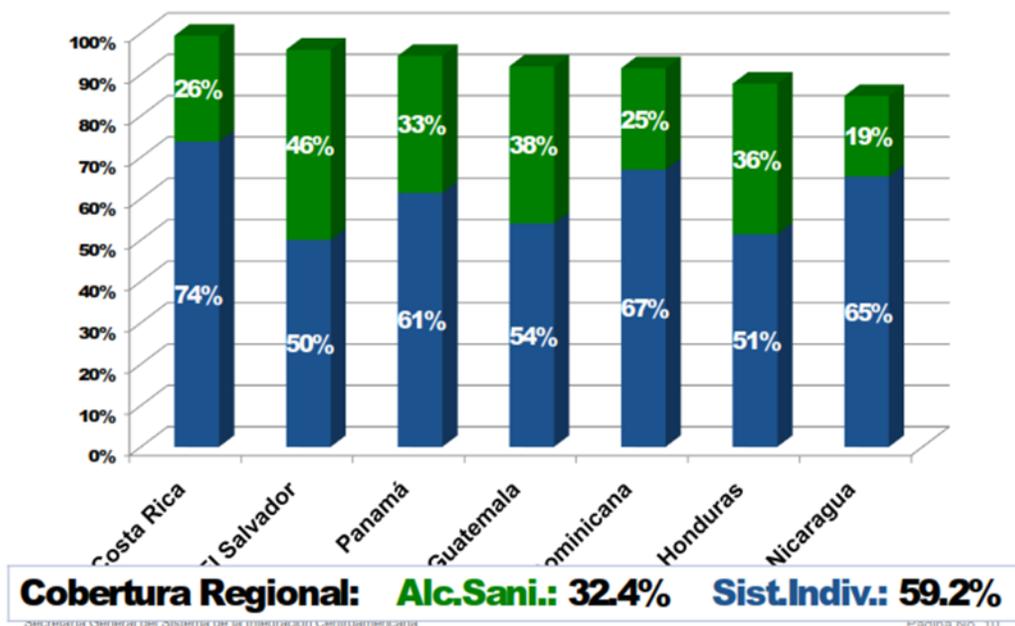


Ilustración 3. Cobertura de saneamiento en Centroamérica y República Dominicana

Fuente: (Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana, 2010, pág. 10)

En toda la región de Centroamérica y República Dominicana hay una cobertura del 33 % en alcantarillado sanitario y un 60 % en sistemas individuales.

3.1.2. ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

El Gobierno de Honduras ha contado con el apoyo de números ONG y el apoyo de la banca de desarrollo hace más de 40 años, ha desarrollado actividades para dotar los servicios de saneamiento y agua potable a toda la población del país, logrando un 71% en cobertura de saneamiento y el 86% en cobertura de servicio de agua potable. A pesar del incremento de los servicios de saneamiento y agua potable en estos últimos años en la población hondureña, aproximadamente 1 millón de la población carecen de accesos al servicio de agua potable y 2.2 millones a servicio de saneamiento.

El grado de exclusión del tratamiento para las aguas residuales a nivel nacional es bajo mayormente en aquellas zonas rurales del país tales como el Departamento de Gracias a Dios, véase Ilustración 4.



Ilustración 4. Grado de exclusión de saneamiento a nivel nacional

Fuente: (Elaboración del autor en base al Censo de Población y Vivienda INE 2001. RAS-HON)

Se logra observar como base el grado de exclusión del tratamiento de aguas residuales, se seleccionó en primer lugar el departamento de Gracias a Dios, que presenta el más alto nivel de exclusión.

El Gobierno de Honduras desarrolló a partir de los setenta programas masivos de aumento de cobertura en el área rural; tanto a través del SANAA para comunidades rurales concentradas, como de la Secretaría de Salud para comunidades rurales dispersas; programas que permitieron alcanzar los niveles de cobertura de que se goza actualmente. En el medio rural SANAA desarrolló diferentes programas con apoyo financiero del BID, la agencia alemana KfW y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), entre otros. Para los fines de este informe, la atención se concentró en el área periurbana de Tegucigalpa y en el Proyecto de Acueductos Rurales financiado por BID, que incorporaron enfoques no convencionales. (Red de Agua y Saneamiento de Honduras, 2011, pág. 12)

El SANAA ha contribuido con el desarrollo de numerosos programas y proyectos para aumento de cobertura de servicios de agua potable y saneamiento, tanto en el área urbana como la rural. En la primera se destaca el Plan Maestro para dotar de servicios a Tegucigalpa; con proyectos importantes de aumento de suministro como los Proyectos San Juancito- Picacho, Los Laureles y Concepción y la dotación de servicio a barrios periurbanos a través de la Unidad Ejecutora de Barrios en Desarrollo (UEBD). (UNICEF, 2011, pág. 12)

3.1.3. ANÁLISIS INTERNO

AGUAS DE PUERTO CORTÉS

Los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de la ciudad de Puerto Cortés, están a cargo de la Empresa Aguas de Puerto Cortés S.A. de C. V., que inició sus operaciones el 16 de noviembre de 1999. La empresa Aguas de Puerto Cortés S.A. de C.V. es una empresa de capital mixto. La Municipalidad es propietaria de los bienes que conforman el sistema de agua potable y el sistema de alcantarillado sanitario, los cuales son arrendados a Aguas de Puerto Cortés a través de un Contrato de arrendamiento. El Ente Regulador Local, es la unidad encargado de supervisar el cumplimiento del Contrato de arrendamiento por ambas partes, a través de la Unidad de Supervisión y Control Local (USCL). (Aguas de Puerto Cortés, 2015, p. 1)

La mayor parte de la población del casco urbano de Puerto Cortes que conforma el sub-sistema de la península, es abastecida por dos (2) obras de toma que captan el agua del río Tulián. El caudal mínimo del río en verano es aproximadamente de 360 l/s. Esta fuente abastece las obras de toma Tulián I que funciona por bombeo y Tulián II que funciona por gravedad, y ambas ingresan a la planta de tratamiento Tulián. (Aguas de Puerto Cortés, 2015, p. 1)

Aguas de Puerto Cortés (2015) afirma:

La construcción de este sistema representa uno de los proyectos más importantes de ingeniería sanitaria que se han realizado en el país. El alto nivel freático, topografía plana, vulnerabilidad ante fenómenos climatológicos, y su condición de ciudad como el Puerto más importante de Centro América, principalmente en el Sector del Mar Caribe hacen que la construcción de un Sistema de Alcantarillado Sanitario con Planta de Tratamiento se torne una obra peculiar de ingeniería sanitaria en la región centroamericana. (Municipalidad de Puerto Cortés, 2013, p. 1)

A la fecha brinda el servicio aproximadamente a 5500 usuarios. Consiste en un Sistema completo de Alcantarillado Sanitario y su respectivo tratamiento de Aguas Negras contemplándose tres componentes:

Red Colectora, Sub-colectores y Colectores. Las estaciones de bombeo están equipadas con bombas electrónicas destinadas a elevar el nivel de las aguas negras y conducir las a otras existentes o hacia la planta de tratamiento, su funcionamiento es similar al de una cisterna elevadora de agua potable. Las líneas de impulsión son de SDR-26 de presión con diámetros que varían entre 400 y 750 mm de diámetro. (Municipalidad de Puerto Cortés, 2013, p. 1)

El sistema de alcantarillado en la ciudad de Puerto Cortes está dividido en dos sectores: Tierra Firme y Península.

1) Sector Tierra Firme: Red colectora de longitud aproximada de 23 Km y 1.650 conexiones domiciliarias, 257 pozos de inspección y 5 estaciones de bombeo. (Municipalidad de Puerto Cortés, 2013, p. 1)

2) Sector Península: El sistema de península está compuesto básicamente por una longitud aproximada de 59 Km. de tubería por gravedad y 9 Km. de tubería por presión. La tubería por gravedad que se utilizó es SDR-35 junta rápida. Cuenta con

566 pozos de inspección y 17 estaciones de bombeo. (Municipalidad de Puerto Cortés, 2013, p. 1)

“52.5 millones de lempiras se destinaron en el 2013 para nuevos sistemas de agua potable y para la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario en varios sectores del municipio, así como para la construcción de drenajes pluviales” (Aguas de Puerto Cortés, 2015, pág. 1).

Los drenajes se realizan con equipos Wellpoint que permiten la excavación del terreno bajo nivel freático mediante un bombeo especial que mantiene el equilibrio entre aportación y extracción.

La estructura del Wellpoint consiste en una serie de puntas filtrantes instaladas alrededor del área a drenar y unidas a un colector por el cual el agua es aspirada mediante una bomba de agua especial y una bomba de vacío. La instalación se calcula en función de los estudios geotécnicos y el proyecto de obra. En Puerto Cortés somos pioneros en la utilización de este tipo de sistema de bombeo debido al alto nivel freático y la eficacia en el rendimiento de bombeo. El drenaje con el sistema Wellpoint es el más económico y de más rendimiento de todos los sistemas de drenaje. Es práctico y efectivo bajo la mayoría de las condiciones hidrológicas y tipos de suelo. (Aguas de Puerto Cortés, 2015, p. 1)

COMUNIDAD DE BAJAMAR

Las consecuencias que enfrenta la población de Bajamar por falta de un sistema de alcantarillado son muchas, en el año 2017 la comunidad de Bajamar presento 1,296 personas que sufrieron de ciertas enfermedades a causa de esta problemática. Las enfermedades dadas en la población a causa de esta necesidad son: diarrea, disentería, enfermedades virales, enfermedades respiratorias, parasitismo intestinal, hepatitis A y casos de hepatitis B, véase tabla 1.

Tabla 1. Enfermedades por falta de alcantarillado sanitario en Bajamar

ENFERMEDADES POR FALTA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN BAJAMAR							
Meses Año 2017	Diarrea	Disentería	Enfermedades Virales	Enfermedades Respiratorias	Parasitismo Intestinal	Hepatitis A	Hepatitis B
Enero	4	16	16	114	17	0	0
Febrero	8	0	3	76	15	0	0
Marzo	5	0	9	10	10	0	0

Abril	4	0	17	85	22	0	0
Mayo	8	0	23	73	0	0	0
Junio	3	1	13	77	0	0	0
Julio	8	0	21	28	0	0	0
Agosto	22	4	37	70	59	2	1
Septiembre	3	0	23	59	29	0	0
Octubre	2	0	20	72	23	0	0
Noviembre	8	0	12	71	16	0	0
Diciembre	2	0	20	42	13	0	0
Total de Casos en el Año	77	21	214	777	204	2	1

Fuente: (Centro de Salud Comunidad de Bajamar, 2018)

3.2. TEORÍA DE SUSTENTO

Para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe de realizar por medio de las directrices, las cuales son creadas por cierta organización que ejerce dentro de un país. En Honduras la organización asignada a dirigir estas directrices es el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) que tiene por objetivo indispensable proveer los servicios de agua potable, saneamiento y asistencia, así como la evacuación y tratamiento de las aguas residuales recolectadas y alcantarillado de aguas pluviales de todo el país. El SANAA cuenta con ciertos parámetros para la realización del diseño con los cuales facilita el proyecto al momento de llevarlo a cabo, los parámetros para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se dividen en los siguientes:

- 1) Período de diseño.
- 2) Población de diseño.
- 3) Estimación de las áreas tributarias.
- 4) Puntos de descarga.
- 5) Dotaciones
- 6) Caudales de diseño.
- 7) Velocidades máximas y mínimas.
- 8) Diámetros mínimos para las tuberías.
- 9) Pendientes.
- 10) Altura que deben tener los pozos de inspección.

- 11) Profundidades máximas y mínimas que los pozos deben tener.
- 12) Tipos de tuberías que se deben usar.
- 13) Formulas recomendadas para el diseño.

3.2.1. SISTEMA AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA)

1) Período De Diseño

El período de diseño deberá ser de 20 años. Al final del período de diseño, las instituciones harán una revisión de los sistemas para verificar si se amplía o no las coberturas.

2) Población De Diseño

La población de diseño será la estimada para el período de diseño incluyendo las áreas de influencia. Se considerará la población del total de las áreas según los planes reguladores vigentes; de no existir estos se considerará una población de saturación de 6 habitantes por unidad habitacional. Si hubiese tasa de crecimiento poblacional deberá calcularse la población en base a los métodos de proyección especificados en la Norma de Diseño de Agua Potable.

NOTA: Cuando la población Futura > Población Saturación; utilizar la población Futura.

Quando la población Saturación > Población Futura; utilizar la población de Saturación.

3) Estimación De Las Áreas Tributarias

3.1) Se considerará el perímetro y las áreas adyacentes que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.

3.2) Tomar en cuenta en el diseño, al fijar la profundidad y capacidad de los colectores, las áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarios al sistema.

4) Puntos De Descarga

No debe ocasionarse ningún problema de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo, por lo que se tomara en cuenta medidas de protección del cuerpo receptor. Cada descarga a un cuerpo receptor deberá de cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas generales dadas por la Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario.

5) Dotaciones

Las dotaciones domesticas utilizadas se adoptarán conforme la Clasificación residencial, que se muestra en la Tabla 3.1 del Anexo de Agua Potable. (SANAA, s. f.). Generalmente se utiliza del 70% – 80% (como coeficiente de retorno) de la dotación por agua potable como aportación de aguas residuales por persona. Sin embargo, este valor dependerá de factores tales como las costumbres de la comunidad, tipos de actividades que realizan, etc.

5.1) Caudal De Diseño

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{ilícito}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{inst.públicas}}$$

Ecuación 1.Caudal final para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

Fuente: (SANAA, s. f.)

a) Caudal Doméstico (Q_d)

$$Q_d = \frac{D * K_1 * H_1 * P}{86,400}$$

Ecuación 2.Caudal doméstico para el diseño

Fuente: (SANAA, s. f.)

Donde:

Q_d = Caudal real en litros/segundos

D = Dotación (lppd)

K_1 = Coeficiente de retorno (varía según las condiciones de la población entre 0.70 a 0.80)

$P =$ Población en habitantes

$H_1 =$ Factor de Harmon menor o igual que 4 (relación del gasto máximo al gasto medio)

$$H_1 = 1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \leq 4.0$$

Ecuación 3. Factor de Harmon para el caudal doméstico

Fuente: (SANAA, s. f.)

b) Caudal por Infiltración

El caudal de infiltración dependerá del tipo de tubería a utilizar, así tenemos que para tubería PVC, ADS RIBLOC, NOVAFORT utilizar un caudal de infiltración igual a 1.0 lt/seg/Km; en el caso que SANAA autorice utilizar tubería de concreto el caudal de infiltración para concreto nuevo será de 1.2 lt/seg/Km; para concreto viejo de 1.5 lt/seg/Km. En el caso de infiltración en los pozos se utilizará un caudal igual a 0.004 l/s/tapadera.

c) Caudal por Conexiones Ilícitas

El valor del caudal por conexiones ilícitas será el 30% del Caudal medio diario a usar.

d) Caudal Comercial, Caudal de Instituciones Públicas, Caudal por Infiltración para Concreto y PVC

El valor del Caudal Comercial, Caudal de Instituciones Públicas, Caudal por Infiltración depende del material que se esté utilizando, el cual puede ser de Concreto o PVC.

6) Velocidades Mínimas y Máximas

La velocidad mínima será de:

Para PVC y HG \geq 0.40 m/seg

Para Concreto \geq 0.60 m/seg

La velocidad máxima será:

Para PVC y HG \leq 5.0 m/seg

Para Concreto \leq 3.0 m/seg

NOTA: Cuando la velocidad sobrepasa la velocidad máxima considerar construir disipadores de energía.

7) Diámetros Mínimos

Los conductos empleados tendrán en general una sección circular. Cualquier otra sección que se proponga por razones técnicas y económicas que justifiquen su empleo, será considerado como diseño especial.

El diámetro mínimo será de:

- a) 200 mm (8"), para Red Colectora (Colectores Secundarios).
- b) 150 mm (6"), para Laterales iniciales y que no esté en la influencia del área tributaria que conecta a él siempre que no drenen más de 30 lotes.
- c) Y las acometidas domiciliarias serán de 100 mm (4") con sus respectivas cajas de registro individuales.

8) Continuidad De Tuberías

El diámetro de cualquier tramo de alcantarillado sanitario será igual o mayor que el diámetro del tramo anterior aguas arriba y por ningún motivo podrá ser menor.

9) Pendientes

- a) La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema.
- b) Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%.
- c) Cuando el terreno no permita pendientes menores de 15% se deberán usar anclajes cada 10 metros. El tipo de anclajes a utilizar deberá ser aprobado por SANAA.

10) Pozos De Inspección y Pozos de Caída

Se usarán pozos de inspección en las siguientes condiciones:

- a) En distancias que no sean superiores de 80 metros.
- b) En todo cambio de alineamiento horizontal.
- c) En todo cambio de alineamiento vertical.
- d) Donde converjan dos o más tuberías del sistema.
- e) En los puntos donde exista cambio de diámetro o material de la tubería.

La altura del pozo no será mayor de 4.50 metros ni menor de 1.50 metros, para paredes normales. Cuando la altura del pozo este entre 4.50 y 6.00 metros colocar paredes dobles desde la base del pozo hasta una altura de $h/3$.

Se utilizarán pozos de caída en casos especiales como ser en barrios periféricos con pendientes altas. Tanto los pozos de inspección como los pozos de caída deberán construirse de acuerdo a los planos tipo del SANAA, los cuales se pueden obtener en la Oficina de Normas y Supervisión.

11) Formulas Recomendadas

11.1) Para sistemas por gravedad

a) Velocidad a tubo lleno

La velocidad a tubo lleno se calculará con la fórmula de Manning.

$$V_{ll} = \frac{1}{n} * (RH)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 4. Velocidad cuando el tubo está lleno

Fuente: (SANAA, s. f.)

Donde:

$$V_{ll} = \text{Velocidad a tubo lleno en } \frac{m}{s}$$

n = Coeficiente de rugosidad

$$RH = \text{Radio hidráulico} = \frac{D}{4} \text{ (cuando es circular)}$$

$$S = \text{Pendiente del tramo en } \frac{\text{metro}}{\text{metro}}$$

Para tramos en los que se requiere bombeo utilizar la fórmula de Hazen-Williams y el coeficiente "C" de acuerdo a la Tabla 4.1 de los Anexos de Agua Potable que se encuentra en el manual del SANAA. (SANAA, s. f.)

Nota: La utilización de concreto deberá ser en casos especiales, ya que la tubería falla por desgaste por abrasión, además que solo se construyen en longitudes de 1 m, por lo que el proceso es un poco lento. Para otros tipos de tubería se recomienda consultar las especificaciones del fabricante. En todo caso utilizar valores que nos ofrezcan un margen de seguridad.

b) Caudal a tubo lleno

Caudal a tubo lleno se calculará con la ecuación de continuidad.

$$Q_u = A * V_u * 1,000$$

Ecuación 5.Caudal cuando la tubería está llena

Fuente: (SANAA, s. f.)

Donde:

Q_u = Caudal a tubo lleno en litros por segundo

A = Área del tubo en metros cuadrados

V_u = Velocidad del tubo lleno en metros por segundo

c) Relaciones de Caudal y Velocidad

$$\rightarrow \text{Relación de caudal } \left(\frac{Q_r}{Q_u}\right)$$

Ecuación 6.Relación entre caudal y velocidad

Fuente: (SANAA, s. f.)

Dónde:

Q_r = Caudal real en el tramo

Q_u = Caudal a tubo lleno del tramo

$$\rightarrow \text{Relación de velocidad } \left(\frac{V_r}{V_u}\right)$$

Ecuación 7,Relación entre velocidad real y velocidad a tubo lleno

Fuente: (SANAA, s. f.)

Dónde:

$V_r = \text{Velocidad real}$

$V_{ll} = \text{Velocidad a tubo lleno}$

→ Relación de Diámetros $\left(\frac{Y}{D}\right)$

Ecuación 8. Relación entre diámetro y tirante

Fuente: (SANAA, s. f.)

Dónde:

$Y = \text{tirante}$

$D = \text{Diámetro}$

Cuando $Y/D \geq 0.75$ se cambia el diámetro al superior comercial.

La relación entre Diámetro (D) y Tirante (Y) no debe ser mayor a 0.75, para revisar ilustrativamente el significado de estos términos, véase la ilustración 5.

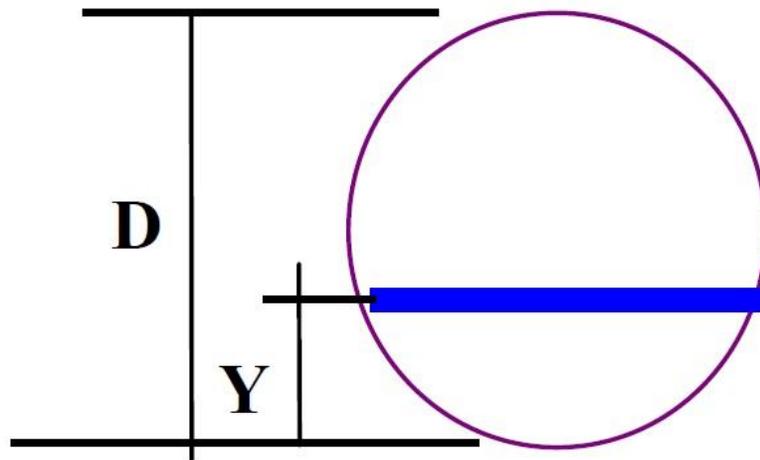


Ilustración 5. Relación de Diámetros

Fuente: (SANAA, s. f., p. 5)

La velocidad en los conductos debe verificarse para caudal mínimo y evitar sedimentación en las tuberías, para esto la relación entre diámetro y tirante debe ser menor a 0.75.

12) Profundidades

La Profundidad mínima será de:

- a) 1.50 m sobre la corona del tubo, en Calle Vehicular.
- b) 1.00 m sobre la corona del tubo, en Calle Peatonal.

La Profundidad Máxima será hasta de 4.50 m hasta la invertida del tubo; para profundidades de 4.50 a 6.0 m sobre, la invertida del tubo se deberá hacer una protección especial a 4.50 m para tubería de concreto y 3.60 m para tubería de PVC.

13) Material Selecto

Material Selecto usado alrededor de la tubería

Se usará una cama por lo general de 10 cms de material selecto y sobre la corona superior del tubo una capa de 15 cms. En casos especiales como ser en suelos muy ácidos o fangosos, se utilizará lo recomendado por el fabricante, véase ilustración 6.

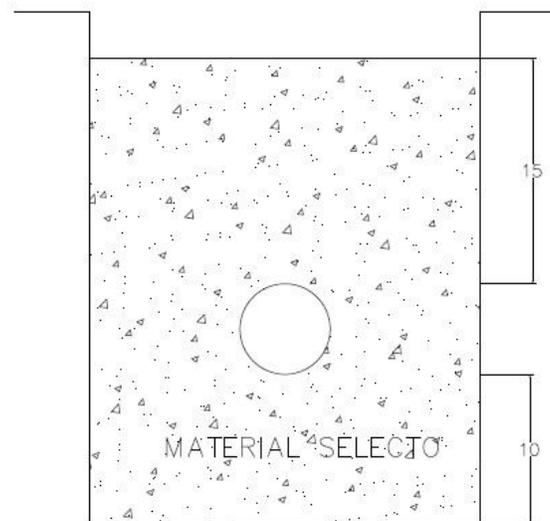


Ilustración 6. Material Selecto usado alrededor de la tubería

Fuente: (SANAA, s. f., p. 6)

Las dimensiones que tiene la ilustración 6 están en centímetros, con camas de material selecto de 10 y 15 cm en la cama inferior y superior respectivamente.

14) Tipo de Tubería

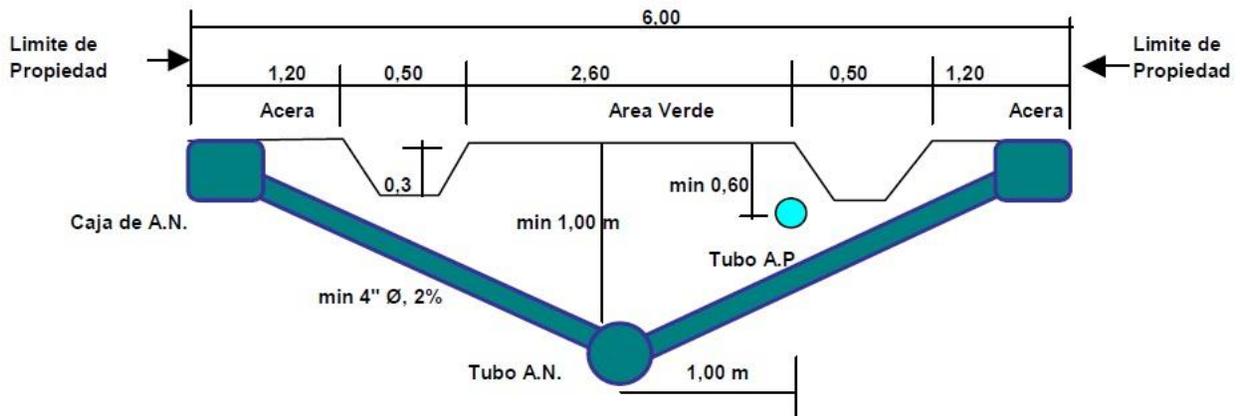
Los tipos de tubería que pueden ser utilizados son:

- Tubería de PVC SDR-41: NOVAFORT, ADS, RIBLOC (Cuando cumplan las Normas mínimas de resistencia).
- Concreto reforzado en casos especiales.
- Otro tipo de tubería previa aprobación de SANAA.

Se deberá usar junta rápida, para diámetros superiores a 200mm (8") no se usarán juntas cementadas.

15) Ubicación De La Tubería

La tubería de alcantarillado sanitario irá por en medio de la calle y separada de la tubería de agua potable; siempre deberá colocarse bajo la tubería de agua potable,



véase los diagramas de las ilustraciones 7 e ilustración 8.

Ilustración 7. Secciones Típicas de Calles Peatonales con Tuberías

Fuente: : (SANAA, s. f., p. 7)

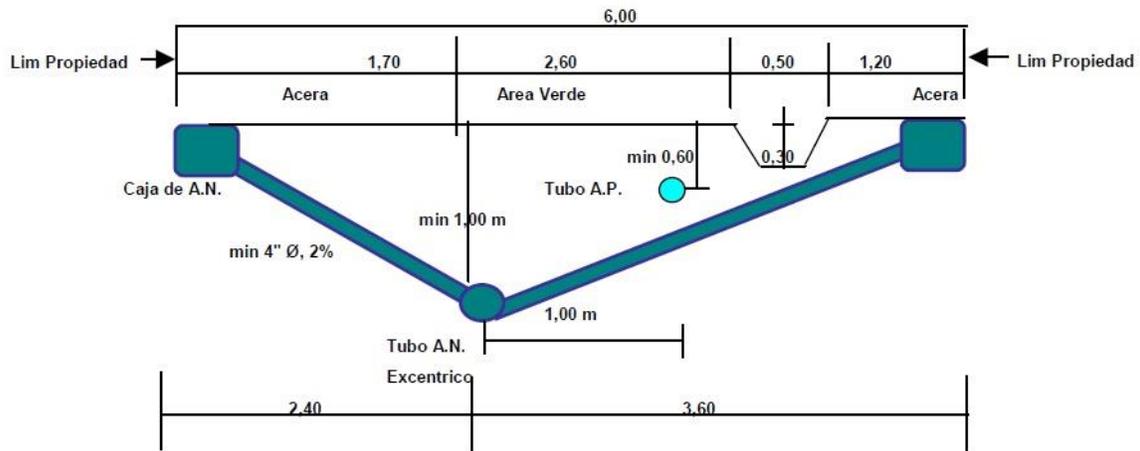


Ilustración 8. Sección Típica en caso de necesitarse solo una Cuneta de Aguas Lluvias

Fuente: (SANAA, s. f., p. 7)

16) Distancia mínima a la que debe estar la tubería de agua potable de la de alcantarillado sanitario

La distancia horizontal mínima a la que deberá estar la tubería de agua potable con respecto a la de alcantarillado sanitario es de 1.50 m, y la distancia vertical mínima a la que deberá estar la tubería de agua potable con respecto a la de alcantarillado sanitario es de 0.60 m.

3.3. MARCO CONCEPTUAL

Durante la realización de una obra civil como ser sistema de alcantarillado sanitario se usa cierta terminología, los cual la población desconoce sus diferentes significados, por lo cual se definirá los diferentes conceptos utilizados a lo largo del proyecto.

1) Acometidas domiciliarias

“Son el conjunto de cañerías y accesorios que permiten a la población contar con el servicio de agua potable y saneamiento básico, mediante una conexión a la red

principal, que es administrada por una EPSA” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 15).

2) Acueductos

“Es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante” (Sociedad y Tecnología CUL , s/f, pág. 1).

3) Alcantarillado

“Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de aguas residuales o pluviales” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, pág. 27).

4) Aguas residuales

“Son el resultado del uso doméstico ó industrial del agua, son llamadas también negras ó cloacales” (SSTP Water Technologies, 2007, pág. 1).

5) Cajas de registro

“Es una cámara o caja destinada para la inspección y limpieza de la tubería de recolección, ubicada en el interior del inmueble. Sirve para recoger las aguas residuales, pluviales o combinadas provenientes de los domicilios” (INNOVAR,2014, pág. 1).

6) Caudal de diseño

“Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado” (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014, pág. 1).

7) Caudal máximo diario

“Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año” (Centro Peruano de Estudios Sociales CEPES, s/f, pág. 6).

8) Caudal máximo horario

“El consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo” (Centro Peruano de Estudios Sociales CEPES, s/f, pág. 6).

9) Cédula de tubería

“Es una forma de definir el espesor de la pared de una tubería” (VASITESA, 2016, pág. 1).

10) Coeficiente de rugosidad

“Puede definirse como la variación media del radio interno de la tubería” (Universidad de Sevilla, 2007, pág. 1).

11) Colector

“Tubería o conducto del alcantarillado sanitario público ubicado en las vías de acceso urbanas, destinado a recibir las descargas o efluentes sanitarios den inmueble” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, p. 47).

12) Consumo doméstico

“Volumen de agua potable recibido por el usuario en un período determinado” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 31).

13) Densidad de población

“Es la medida más tradicional y usada con mucha frecuencia para expresar el número de habitantes por kilómetro cuadrado. Se calcula dividiendo el número de habitantes de una zona por la superficie total que tiene esa zona” (Instituto Nacional de Estadística Informática, 2006, p. 19).

14) Diámetro nominal

“Número que expresa la dimensión comercial o normalizada de los conductos, tuberías y accesorios expresado en milímetros. Corresponde al diámetro interno de la tubería o accesorio” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 48).

15) Diámetro efectivo

“Diámetro interior real del conducto o tubería en milímetros” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 48).

16) Dotación

“Cantidad de agua promedio diaria por habitante que suministra el sistema de agua potable, expresada en litros por habitantes por día” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 32).

17) Estación de bombeo

“Conjunto de estructuras, instalaciones y equipos que permiten elevar el agua de un nivel inferior a otro superior, haciendo uso de equipos de bombeo” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 32).

18) Levantamiento topográfico

“Permite trazar mapas o planos de un área, en los cuales aparecen las principales características físicas del terreno y las diferencias de altura de los distintos relieves, tales como valles, pendientes. Estas diferencias constituyen el perfil vertical” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO),s/f, pág. 1).

19) Nivel freático

“Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica” (Refuerzos y Patologías del Hormigón S.L. ,s/f, pág. 1).

20) Pendiente

“Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica” (Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente (UAH) ,2013, pág. 1).

21) Periodo de diseño

“Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable” (Centro Peruano de Estudios Sociales CEPES, s/f, pág. 1).

22) Periodo de retorno

“Número de años en que ocurre una intensidad de lluvia y que sirve como parámetro de diseño” (UNESCO, 2007, p. 34).

23) Población actual

“Población atendida en el año de inicio de operación de un sistema de alcantarillado sanitario” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 34).

24) Población futura

“Población atendida en el año de alcance de proyecto” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 34).

25) Pozo de succión

“Tanque o estructura dentro del cual las aguas son extraídas por bombeo” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 35).

26) Rasante

“Perfil del eje longitudinal de la superficie de pavimentación de la vía pública. También se define como el borde del límite de la vivienda” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 35).

27) Red pública de alcantarillado

“Son aquellas obras civiles de infraestructura que son componentes de un sistema público de drenaje. Comprenden las redes primarias, secundarias, cámaras de inspección, emisarios, colectores primarios, colectores secundarios, cunetas, canales de drenaje, estaciones de bombeo y conexiones domiciliarias de recolección de aguas pluviales y disposición final. Estas instalaciones son administradas, operadas y mantenidas por la entidad competente.” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 50).

28) Saneamiento

“Por saneamiento se entiende el suministro de instalaciones y servicios que permiten eliminar sin riesgo la orina y las heces” (Organización Mundial de la Salud, 2018, pág. 1).

29) Tubería

Conducto prefabricado, o construido en sitio, de hormigón simple, hormigón armado, plástico, poliuretano de alta densidad, fierro fundido, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumpla con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular. (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 37)

30) Usuario

“La persona natural o jurídica habilitada para el otorgamiento de los servicios públicos de agua potable o de evacuación de aguas residuales y/o pluviales.” (.2018,pag. 1). (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 48).

3.4. MARCO LEGAL

ACUERDO EJECUTIVO NÚMERO 001-2017

REGLAMENTO PARA REGULAR EL USO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA URBANIZACIONES, FRACCIONAMIENTOS Y EDIFICIOS

CONSIDERANDO: Que la Ley Constitutiva del SANAA, establece en su Artículo 1 “Créase un organismo autónomo de servicio público, con personería jurídica y patrimonio propio, de duración indefinida, que se llamará SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA) y que se regirá por la presente ley, sus reglamentos, y en lo que no estuviere previsto, por las demás leyes del país que le sean aplicables”.

CONSIDERANDO: Que es atribución de la Junta Directiva del SANAA, según lo establecido en su reglamento interno, la de emitir los Reglamentos necesarios para regular la función administrativa del SANAA.

CONSIDERANDO: Que el SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA), tiene por objeto según su Ley Constitutiva, promover el desarrollo de los abastecimientos públicos de agua potable y alcantarillados sanitarios y pluviales de todo el país, por objetivo indispensable el suministro de agua potable, así como la evacuación y tratamiento de aguas negras y alcantarillado de aguas pluviales. CONSIDERANDO: Que el SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA), ha efectuado un análisis

técnico y administrativo del actual Reglamento para Regular el Uso de los Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial, para Urbanizaciones, Fraccionamientos y Edificios para el área del Distrito Central, aprobado en sesión celebrada el día 20 de marzo del año 2012, según punto de acta No. 15 del Acta No. 787, publicada en el Diario Oficial La Gaceta No. 32,818.

CONSIDERANDO: Que el presente Proyecto de Reglamento es el resultado de la revisión de las tasas que actualmente se establecen para el servicio de agua potable, alcantarillado sanitario, encontrando que en el reglamento vigente no se contempló un procedimiento de cálculo de forma equitativa y precisa; asimismo que la redacción del actual deja diversas lagunas administrativas, técnicas y legales, lo cual acarrea costos administrativos más altos, impugnaciones, la generación de mora ficticia por la falta de pago de la tasa y demás derechos, el incremento de trabajo que integralmente se requiere y el aumento de la capacidad instalada para considerar y resolver las solicitudes presentadas por los interesados. Esta situación, obstaculiza el principio de celeridad y eficiencia administrativa y el establecimiento de tasas adecuadas y justas.

CONSIDERANDO: Que la normativa vigente que rige las operaciones del SANAA, debe adecuarse a la realidad socioeconómica del país y de la población a quien se dirige el servicio, e incentivar la inversión y la generación de empleo en el Distrito Central, por tanto, es necesario definir una regulación que permita establecer los

parámetros para ordenar de forma efectiva el cobro de la Tasa de Suministro y Desagüe.

ACUERDA

PRIMERO: Aprobar el REGLAMENTO PARA REGULAR EL USO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA URBANIZACIONES, FRACCIONAMIENTOS Y EDIFICIOS.

Capítulo I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. El presente reglamento regula las relaciones entre SANAA, urbanizadores, consultores, constructores individuales, desarrollo de viviendas, urbanizaciones, fraccionamientos, edificios y otros, en lo referente a la construcción y diseño de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial.

Artículo 2. El presente reglamento rige las condiciones bajo las cuales SANAA, prestará los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, en aquellas viviendas o urbanizaciones, fraccionamientos y edificios que se realicen, donde SANAA administra y opera estos servicios.

Capítulo III

APROBACIÓN DE DISEÑO

Artículo 16. El Solicitante presentará a SANAA, los diseños de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, incluyendo memoria de diseño y planos de conformidad al ANEXO B.

El diseño final debe incluir por separado los diseños hidráulicos de los sistemas y los diseños estructurales de todas las obras fuera de sitio: Líneas de conducción, tanques y líneas de distribución, estaciones de bombeo y equipamientos, plantas potabilizadoras y en los casos que amerite incluir software y hardware de operación, colectores y subcolectores, plantas de tratamiento de aguas negras, emisores y otros. El Solicitante deberá proporcionar manuales de operación, los

costos de operación y mantenimiento, asimismo, manuales de equipos, análisis y proyección de costos y condiciones de rentabilidad.

Artículo 17. Si en la factibilidad de servicio o en la revisión del diseño se acepta una fuente alternativa, el tratamiento mínimo a incluir será la desinfección con cloro para aguas subterráneas y filtración y desafección para aguas superficiales. La aplicación de cualquier otro tratamiento dependerá de los análisis reflejados en el examen físico-químico y bacteriológico, según la Norma Técnica Nacional de la Calidad del Agua.

Artículo 18. Si la alternativa propuesta para el alcantarillado sanitario es a través de un sistema privado, el Solicitante deberá presentar los diseños preliminares de la solución propuesta, incluyendo la fase de operación y mantenimiento del sistema. Si en la factibilidad de servicio se da por aceptada la solución de

alcantarillado sanitario con tratamiento propio, la solicitud de aprobación del anteproyecto deberá venir acompañada de la siguiente información:

a) Registros estadísticos confiables de aforos en períodos de estiaje del cuerpo de agua receptor del efluente del proyecto.

Estudio de la información presentada según el inciso anterior y proyección del impacto del efluente basado en el análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua del cuerpo receptor, aprobado por la Secretaria de Estado en el Despacho de Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente).

Artículo 19. El SANAA analizará los diseños y de ser necesario solicitará las correcciones respectivas que deben realizarse; al ser aprobado el diseño final se remitirá el Dictamen escrito al Solicitante, autorizándolo a proseguir con los trámites subsiguientes. Una vez notificado el dictamen respectivo al solicitante y de no pronunciarse en un plazo de 15 días hábiles haciendo uso de los recursos establecidos, el mismo quedará firme.

Artículo 20. La aprobación de los diseños finales tendrá una vigencia de un (1) año, transcurrido este plazo sin que se inicie con el proyecto, el solicitante podrá demandar la ampliación de la misma por un tiempo máximo de un (1) año, debiendo presentar una nueva licencia ambiental, en el caso que ésta no se encuentre vigente y a que se realicen ajustes a los conceptos por tasa de suministro y desagüe, derecho de conexión y supervisión del proyecto. SANAA previo a su aprobación verificará que las condiciones técnicas no hayan cambiado o modificado, en este caso el solicitante deberá presentar la solicitud como nuevo proyecto.

Cuando el solicitante requiera de una ampliación en los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y de tratamiento de agua residuales, previamente el mismo se obliga a presentar una solicitud de ampliación de servicios, de conformidad al procedimiento establecido en el presente Reglamento.

Artículo 21. Si vencida la vigencia de aprobación del diseño de las obras sin que se haya solicitado su ampliación y no se haya iniciado la construcción del proyecto, los dictámenes o cualquier otra autorización emitida por SANAA quedará sin valor ni efecto, por lo que el Solicitante tendrá que ingresar ante la Secretaria General de SANAA, nuevamente por escrito la solicitud de aprobación de los diseños, para ser analizada en el Comité de factibilidad de servicios.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

Se hará uso de las normativas del Servicio Autónomo Nacional De Acueductos y Alcantarillados (SANAA) para desarrollar el sistema de alcantarillado para aguas residuales de la comunidad de Bajamar. La tabla 2 resume puntos clave de operacionalización del proyecto como ser el Problema principal del mismo, se destacan otros aspectos como ser el objetivo general y objetivos específicos. Se clasifican las variables independientes y la variable dependiente del proyecto.

4.1 OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 2. Resumen de Operacionalización

Titulo "Diseño De Alcantarillado Sanitario Comunidad Garífuna Bajamar Y Diseño Línea De Conducción Principal De Aguas Residuales Comunidad Garífuna Travesía Y Bajamar, Puerto Cortes, Cortes"					
Problema	Objetivo General	Preguntas De Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variables Dependientes
¿Qué diseño y con qué características cumplirá los requerimientos el alcantarillado sanitario para la comunidad garífuna de Bajamar y la línea de conducción principal de aguas residuales de las comunidades de Travesía y Bajamar en Puerto Cortés, Cortés.	Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad Garífuna de Bajamar y la línea de conducción principal de aguas residuales para las comunidades Garífunas de Travesía y Bajamar; dando solución integral al problema de la disposición de excretas	1) ¿Con qué características topográficas cuenta la comunidad garífuna de Bajamar? 2) ¿Qué material y diámetro de tubería sería el más conveniente para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y para la línea de conducción de aguas residuales de las	1) Identificar la ruta óptima para el diseño de alcantarillado sanitario de la comunidad. 2) Definir el tipo y diámetro de tubería requerido para el sistema de alcantarillado sanitario y para la línea de conducción de las comunidades de Travesía y Bajamar.	1. Topografía 2. Profundidad	Diseño de alcantarillado sanitario en la comunidad garífuna de Bajamar y diseño de línea principal de conducción de aguas para las comunidades de Travesía y Bajamar, Puerto Cortés, Cortés.

y aguas servidas.	comunidad s de Travesía y Bajamar?		
	3) ¿A qué profundidades deben estar los pozos de inspección en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario?	3) Calcular profundidad de los pozos de inspección que se debe de tener en el diseño de sistema de alcantarillado o sanitario basándose en la norma del SANAA.	3. Tipo de tubería
	4) ¿A cuánto asciende el monto del proyecto de alcantarillado sanitario y de la línea de conducción de aguas residuales?	4) Estimar el presupuesto total del proyecto de sistema de alcantarillado o sanitario y de la línea de conducción de aguas residuales, Puerto Cortés, Cortés.	

Fuente: Propia

4.1.1 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

El diseño de alcantarillado sanitario será la variable dependiente ya que este es el resultado final del proyecto. Las variables independientes son aquellas que al modificarse cambia nuestro resultado como ser, la población y la topografía del lugar. Y las dimensiones son aquellas que permiten medir las variables independientes, véase tabla 3.

Tabla 3. Esquema de las Variables de Operacionalización del Proyecto



Fuente: Propia

4.1.2 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 4. Descripción de las variables de Operacionalización

Variables	Definición					
	Conceptual	Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades
Topografía	Disciplina técnica que se encarga de describir de manera detallada la superficie	Por medio de la topografía podemos conocer la rasante factible	Elevación	Altura coordenada Z	¿A qué altura se encuentran los puntos?	Metros
			Posición	Coordenada X, Y	¿Qué posición tienen los	Metros

	de un determinado terreno.	para un óptimo diseño.			puntos encontrados?	
Tipo de tubería	La tubería es un conducto que sirve para distribuir líquidos, sólidos o gases, puede estar hecho de diferentes materiales.	Se encargara de transportar los desechos de pozo a pozo.	Diámetro	SDR	¿Cuánta cantidad de desechos se necesita transportar?	PSI
			Material	Resistencia	¿En que tipo de entorno será sometida la tubería?	PSI
Profundidad	La profundidad del pozo se determina a través de la cota de soler, distancia entre niveles máximo y mínimo.	La altura de cada pozo está relacionada entre si y entre los puntos más altos y más bajos.	Profundidad del pozo anterior.	¿Cuál es la altura del pozo anterior?	¿Cuál es el pozo más alto?	Metros

Fuente: Propia

4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

4.2.1 TIPO DE DISEÑO

En el presente proyecto son considerados medibles y valores numéricos por lo que cual el enfoque a utilizar será un enfoque de tipo cuantitativo. Al estar trabajando con variables independientes nos da la libertad de manipularlas. Realizar el diseño de un sistema de alcantarillado es nuestro objetivo principal del alcance de este proyecto. Para una población y extensión territorial ya definida como la población de Bajamar, el tipo de muestra es no probabilística. Las técnicas utilizadas fueron el levantamiento topográfico para la comunidad.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRAS

Conocemos como población al grupo formado por personas que viven en un determinado sitio.

4.3.1 POBLACIÓN

La población de Bajamar consta de aproximadamente 2,203 habitantes según la fórmula de población futura para el 2018 y una extensión territorial de 1.41 km².

4.3.2 TAMAÑO DE MUESTRA

Según el "Instituto Nacional De Estadística Honduras (INE)" se cuenta con 971 hombres y 1084 mujeres, para hacer un total de 2055 habitantes según el sondeo del 2013.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas e instrumentos utilizados tienen como objetivo cumplir con precisión y recolección de datos necesarios para el diseño de alcantarillado sanitario.

4.4.1 INSTRUMENTOS

- La Estación Total Trimble permite fijar y rastrear varios objetivos y prismas convencionales con un alcance excepcional, ofrece un excepcional alcance y mediciones de alta precisión en la mayoría de superficies.
- La colectora de datos es un complemento para la estación total la cual ayuda operar la estación y tomar los puntos topográficos con sus características de elevación y posición en el terreno.
- El trípode es un aparato de tres patas y parte superior circular o triangular, que permite estabilizar un objeto y evitar el movimiento propio de este.
- La obtención de datos se hizo posible con el uso de un bastón y el prisma en la parte superior el mismo. Es un objeto circular formado por una serie de cristales que tienen la función de regresar la señal emitida por una estación total. La distancia del aparato al prisma es calculada en base al tiempo que tarda en ir y regresar al emisor (estación total).

4.4.2 TÉCNICAS

La técnica que utilizaremos para este proyecto son visitas de campo y asesoramiento del ingeniero encargado de proyectos en Puerto Cortes.

4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA

Para este proyecto de diseño de alcantarillado sanitario se necesita información topográfica y resultados numéricos siguiendo las normas indicadas que serán la base para un diseño óptimo.

4.5.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

Levantamiento topográfico para conocer la extensión territorial de la comunidad de Bajamar, el numero de casas de la comunidad y fórmulas recomendadas por el SANAA para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.

4.5.2 UNIDAD DE RESPUESTA

Con el levantamiento topográfico se obtiene ubicación y altura del terreno. El número de personas por casa a tomar en cuenta para el diseño del alcantarillado.

4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se denominan fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento.

4.6.1 FUENTES PRIMARIAS

Como fuentes primarias de información para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se realizó el levantamiento topográfico. Información demográfica, de catastro e información adicional brindada por la Municipalidad de Puerto Cortés. El manual del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).

4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes secundarias de información se utilizaron tesis relacionadas con el tema de estudio como ser el Proyecto de Graduación "Propuesta De Alcantarillado Sanitario Comunidad Garífuna Travesía, Puerto Cortés, Cortés" y "Diseño de Alcantarillado Sanitario Colonias Bellos Horizontes y Vista Hermosa", artículos y documentos varios.

4.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tomando en consideración que la duración del periodo académico en proyecto Fase I consta de 11 semanas, se desglosa el cronograma de actividades en la ilustración 8.

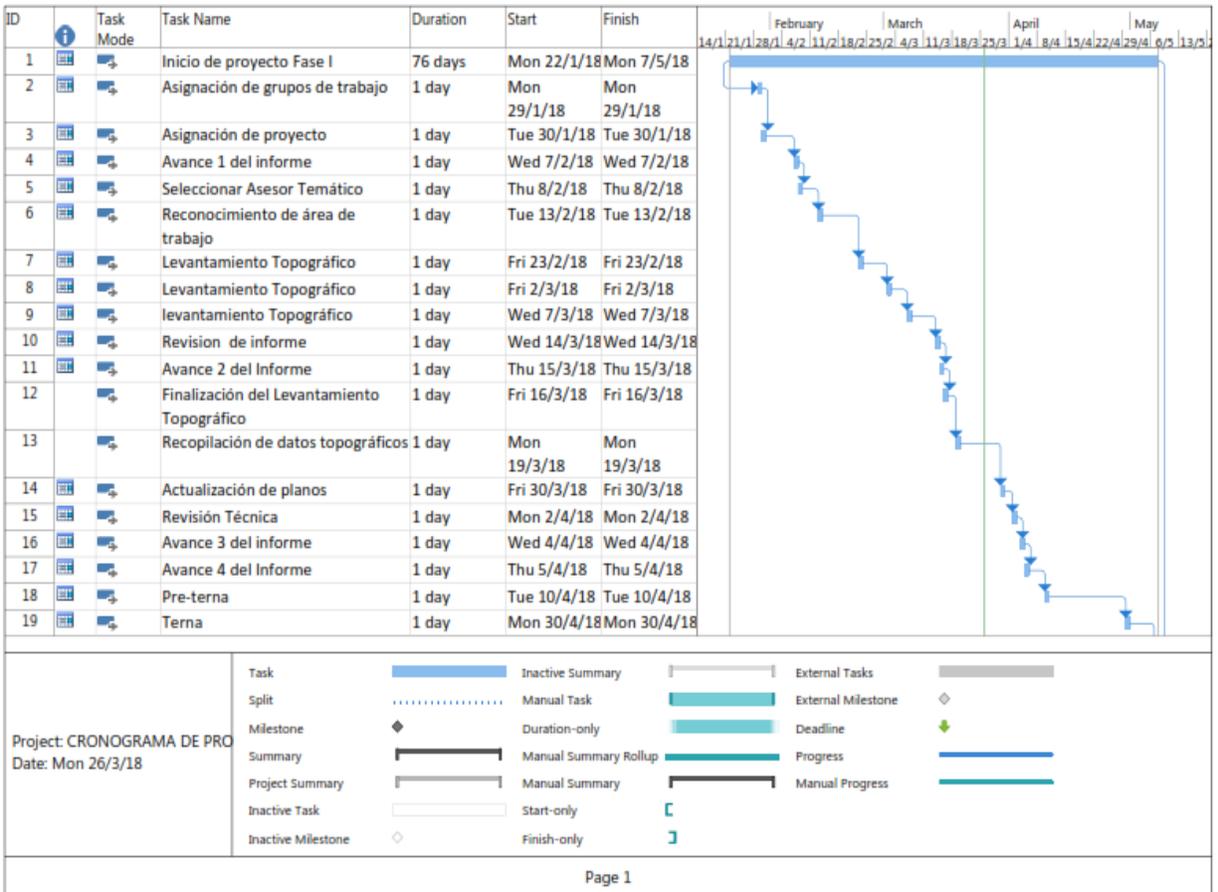


Ilustración 9.Cronograma de actividades

Fuente: Propia

En la ilustración anterior, se desglosan las diferentes actividades realizadas durante el periodo académico destacando el levantamiento topográfico, finalización del levantamiento topográfico y entregas de avances de informe.

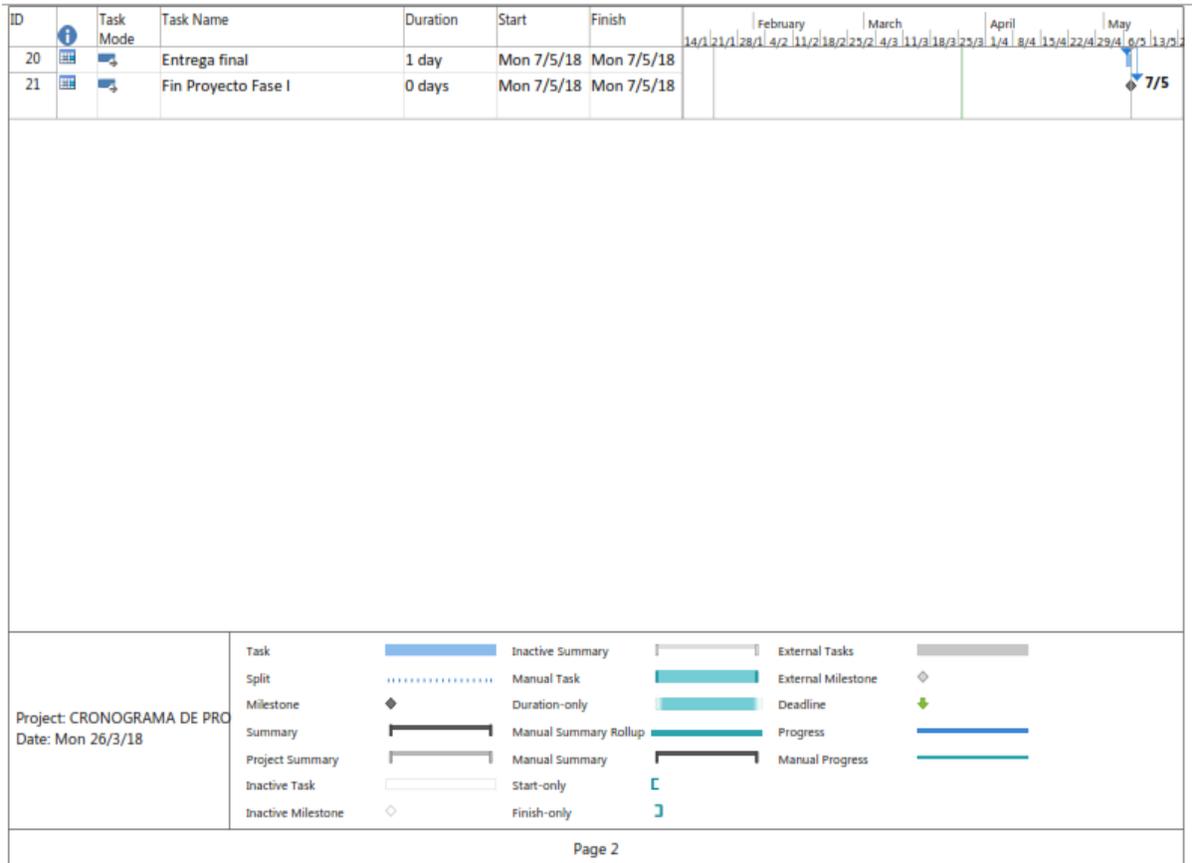


Ilustración 10. Continuación Cronograma de actividades

Fuente: Propia

En la ilustración anterior, se desglosan la continuación de las actividades realizadas durante el periodo académico destacando la entrega final del proyecto.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario se realiza por medio de directrices para tener un resultado óptimo, en este caso los parámetros a usar han sido establecidos por el Servicio Autónomo Nacional De Acueductos y Alcantarillados (SANAA) y a continuación se presentan los criterios de diseño a usar para el diseño de un alcantarillado sanitario.

5.1.1 PERÍODO DE DISEÑO

El período de diseño para el alcantarillado sanitario es de 20 años. Al finalizar el período de diseño se deberá de realizar la respectiva revisión del sistema para verificar si se amplía la cobertura o no.

5.1.2 POBLACIÓN DE DISEÑO

Para definir la población de diseño según la norma del SANAA, se compara la población futura con la población de saturación siendo la mayor la que se utilizara.

Tabla 5. Población según el sexo de la comunidad de Bajamar.

Nombre de Aldea	POBLACIÓN POR SEXO: BAJAMAR					
	SEXO		TOTAL 2013	SEXO		TOTAL 2018
	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer	
BAJAMAR	971	1084	2055	1040.9	1162.0	2203

Fuente: INE, Censo Nacional de Población y Vivienda, 2013

Se obtiene la población actual de la comunidad por medio del Censo Nacional de Población del año 2013, usando una tasa de crecimiento del 1.4% dada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). En la ecuación 9 se muestra la fórmula con la que se calcula la población futura.

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{t}{100}\right)^n$$

Ecuación 9.Fórmula para el cálculo de población futura

Fuente: Propia

Donde:

$P_f =$ Población Futuro

$P_a =$ Población Actual

$t =$ Tasa de crecimiento anual

$n =$ Periodo de diseño

A continuación, se presenta el cálculo de la población actual de la comunidad de Bajamar a partir del censo realizado en el 2013.

Comunidad Bajamar

Población (Hombres) = 971 Habitantes

Tasa de crecimiento anual = 1.4 %

Periodo de diseño = 5 años

$$P_f = 971 \left(1 + \frac{1.4}{100}\right)^5$$

$$P_f = 1,041 \text{ Habitantes}$$

Población (Mujeres) = 1.084 Habitantes

Tasa de crecimiento anual = 1.4 %

Periodo de diseño = 4 años

$$P_f = 1,084 \left(1 + \frac{1.4}{100}\right)^5$$

$$P_f = 1,162 \text{ Habitantes}$$

$$Población\ en\ el\ año\ 2018 = Pf\ (hombres) + Pf\ (mujeres)$$

$$Población\ en\ el\ año\ 2018 = 1,041\ habitantes + 1,162\ habitantes$$

$$Población\ en\ el\ año\ 2018 = 2,203\ habitantes$$

Tabla 6. Población de la comunidad Bajamar en el 2018

Comunidad	Total
Bajamar	2,203 habitantes
Total	2,203 habitantes

Fuente: Propia

A continuación, se presenta el cálculo de la población futura de la comunidad de Bajamar a partir de la población actual del año 2018.

$$Población = 2,203\ Habitantes$$

$$Tasa\ de\ crecimiento\ anual = 1.4\ \%$$

$$Periodo\ de\ diseño = 20\ años$$

$$P_f = 2,203 \left(1 + \frac{1.4}{100}\right)^{20}$$

$$P_f = 2,910\ Habitantes$$

A continuación, se presenta el cálculo de la densidad futura, a partir de la población futura y la extensión territorial.

$$Densidad\ Futura = \frac{Poblacion\ Futura}{Extensión\ Territorial}$$

$$Densidad\ Futura = \frac{2,910\ Habitantes}{141\ Hectáreas}$$

$$Densidad\ Futura = 20.64\ Hab/Ha$$

$$Densidad\ Futura \approx 21\ Hab/Ha$$

Población Saturación

Para la elaboración de un diseño de alcantarillado sanitario el SANAA establece que el cálculo de población saturación se deben de considerar 6 habitantes por lote. A continuación, se presenta el cálculo de población de saturación para la comunidad de Bajamar.

Lotes = 571 Unidades

Población de Saturación = 6 Hab/Lote

$$P_{Saturación} = (571 \text{ Lotes})(6 \text{ Hab/Lote})$$

$$P_{Saturación} = 3,426 \text{ Habitantes}$$

Se determinó que el valor a utilizar es el de población saturación, ya que la norma del SANAA establece que se deberá usar el valor mayor entre población futura y población de saturación.

5.1.3 DOTACIÓN

Las dotaciones domesticas utilizadas se adoptarán conforme la Clasificación residencial. Generalmente se utiliza del 70% – 80% (como coeficiente de retorno) de la dotación por agua potable como aportación de aguas residuales por persona.

Se utilizó el valor del 80 % de dotación de agua potable para la aportación de aguas residuales.

Se utilizará el valor de 189 lppd dado por la norma del SANAA en el diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad de Bajamar dado en el Proyecto de Graduación "Propuesta De Alcantarillado Sanitario Comunidad Garífuna Travesía, Puerto Cortes, Cortes".

5.1.4 CAUDAL POR INFILTRACIÓN

Considerando que la tubería a utilizar es de PVC, según la norma del SANAA establece que el caudal es de 1.0 lt/seg/Km.

5.1.5 CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS

El caudal por conexiones ilícitas será el 30% del Caudal medio diario a usar según la normativa del SANAA.

5.1.6 VELOCIDADES MÍNIMAS Y MÁXIMAS

La velocidad mínima será de:

Para PVC y HG ≥ 0.40 m/seg

La velocidad máxima será:

Para PVC y HG ≤ 5.0 m/seg

5.1.7 DIÁMETROS MÍNIMOS

El diámetro mínimo será de:

c) 200 mm (8"), para Red Colectora (Colectores Secundarios).

d) 150 mm (6"), para Laterales iniciales y que no esté en la influencia del área tributaria que conecta a él siempre que no drenen más de 30 lotes.

Y las acometidas domiciliarias serán de 100 mm (4") con sus respectivas cajas de registro individuales.

5.1.8 PENDIENTES

a) La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema.

b) Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%.

5.1.9 POZOS DE INSPECCIÓN Y POZOS DE CAÍDA

Se usarán pozos de inspección en las siguientes condiciones:

a) En distancias que no sean superiores de 80 metros.

La altura del pozo no será mayor de 4.50 metros ni menor de 1.50 metros, para paredes normales.

5.1.10 RELACION ENTRE DIÁMETRO Y TIRANTE (Y/D)

La relación entre Diámetro (D) y Tirante (Y) no debe ser mayor a 0.75, en caso contrario se cambia el diámetro al superior comercial.

5.1.11 PROFUNDIDADES

El recubrimiento mínimo será de:

1.50 m sobre la corona del tubo, en Calle Vehicular.

5.1.12 TIPO DE TUBERÍA

Para la construcción y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad de Bajamar se utilizará tubería de PVC SDR-41, según lo establece la normativa del SANAA.

5.2 PROCESOS DE DISEÑO

Se realizó el levantamiento topográfico de la comunidad de Bajamar y el tramo que conecta la comunidad de Bajamar y Travesía con el fin de definir el punto más alto y más bajo del terreno. Con las elevaciones del terreno se determinará el caudal que se transportará en cada tramo del alcantarillado sanitario y la línea de conducción principal de aguas residuales de las comunidades. Se procedió a determinar la dirección del flujo del caudal y posteriormente los cálculos de cada tramo que constituyen la red de alcantarillado.

5.2.1 DIRECCIÓN DE LOS FLUJOS DE LOS CAUDALES

La dirección del flujo de los caudales en un Sistema de Alcantarillado Sanitario se determina según la topografía del terreno, partiendo del punto más alto hasta el punto más bajo. Sin embargo, la topografía que se presenta en el terreno contiene pendientes menores del 4%. El diseño del sistema de alcantarillado será por gravedad ya que cumple con los resultados del SANAA, véase la ilustración 10, 11,12,13 y 14, en las cuales se muestran la dirección del flujo de los caudales para el alcantarillado sanitario y la línea de conducción de la comunidad de Bajamar.

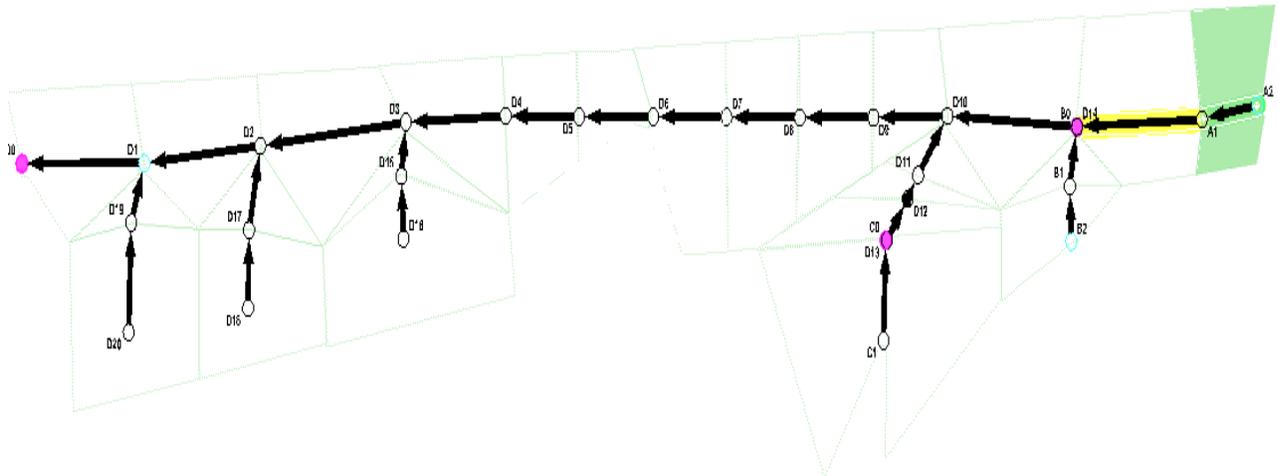


Ilustración 11. Dirección del flujo de los caudales en el primer sector de Bajamar.

Fuente: Propia

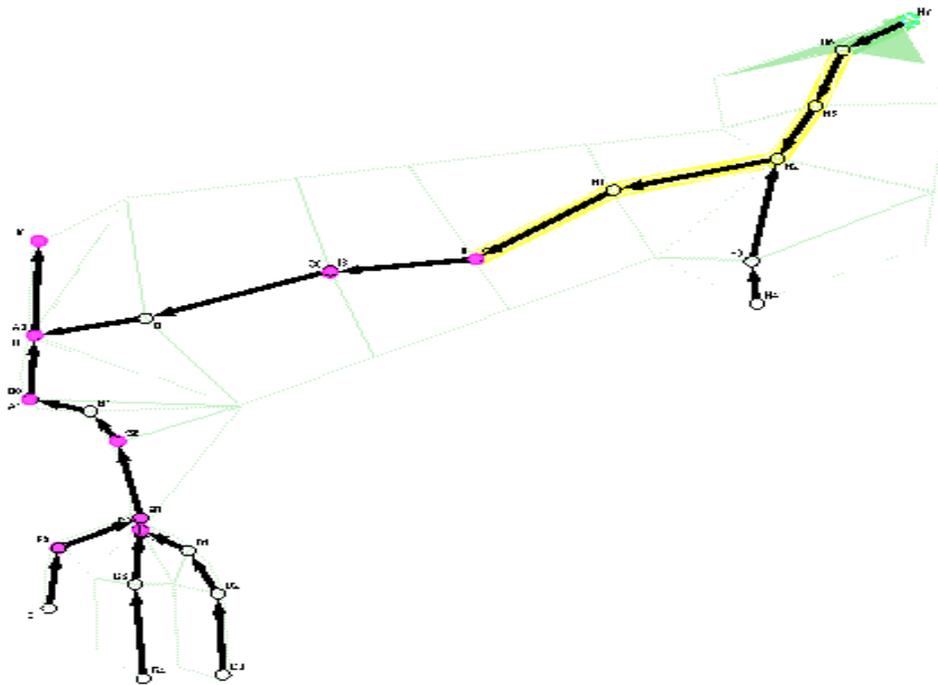


Ilustración 12. Dirección del flujo de los caudales en el segundo sector de Bajamar.

Fuente: Propia

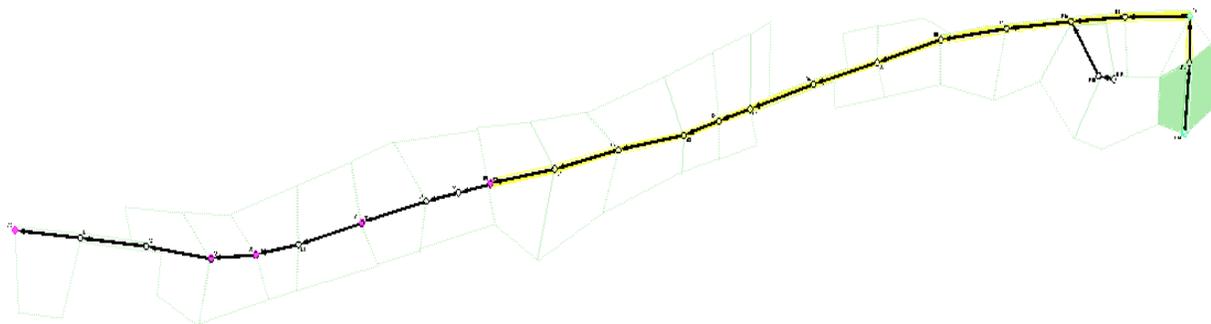


Ilustración 13. Dirección del flujo de los caudales en el tercer sector de Bajamar.

Fuente: Propia

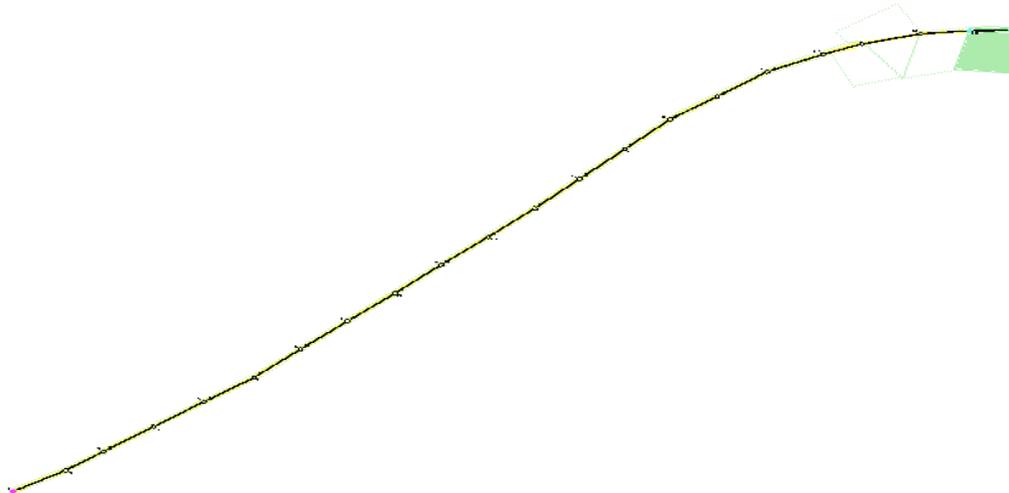


Ilustración 14. Dirección del flujo de los caudales en el cuarto sector de Bajamar.

Fuente: Propia

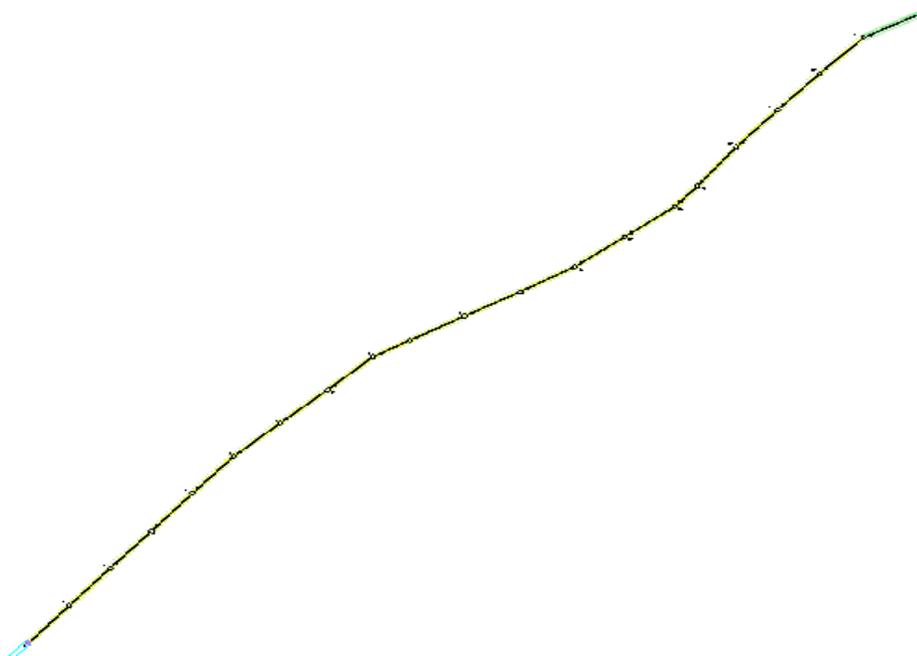


Ilustración 15. Dirección del flujo de los caudales en el quinto sector de Bajamar.

Fuente: Propia

Las ilustraciones anteriores muestran la dirección de los flujos de los caudales, juntamente con la ubicación de los pozos de inspección de la comunidad de Bajamar y la línea de conducción de Bajamar a Travesía, Puerto Cortés, Cortés.

5.2.2 DATOS GENERALES

Para la realización del diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad garífuna de Bajamar y la línea de conducción de Travesía a Bajamar se utilizaron datos generales que están relacionados a la zona, población y agua potable, dichos valores se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Datos generales del diseño

	Cantidad	Unidad
Tasa de Crecimiento	1.4	%
Población Actual	2,203	Hab
Población Futura	2910	Hab
Población Saturación	3,426	Hab
Densidad Poblacional	116	Hab/Ha
Periodo de Diseño	20	Años
Dotación Agua Potable	189	Lppd
Coeficiente de Retorno	80	%

Fuente: Propia

En la tabla 7 se observa la diferencia de habitantes que existe entre la población futura y la población saturación, siendo la población de saturación mayor, ya que ésta es mayor que la densidad futura y según la norma del SANAA se debe utilizar el mayor entre ambos.

5.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE SEWER UP

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Bajamar y la línea de conducción de la comunidad de Bajamar a Travesía se realizó por medio del software Sewer Up, el cual brinda resultados de los caudales mínimos, caudales

de diseño, velocidades, pozos de inspección, tramos de tubería entre pozos, recubrimientos y excavaciones del terreno, velocidades del flujo, relación tirante y diámetro, pendiente, longitud de la tubería, entre otros, véase las tablas 8, 9, 10, 11 y 12 donde se presentan dichos resultados.

Tabla 8.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 1.

ID	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Cota Topog. (msnm)
D0	408,363.50	1,756,796.75	8.6
D19	408,422.94	1,756,775.88	8.74
D20	408,421.50	1,756,737.50	8.74
D1	408,430.03	1,756,796.88	8.74
D17	408,486.97	1,756,773.38	8.74
D18	408,486.44	1,756,745.88	8.74
D2	408,493.09	1,756,802.88	8.74
D16	408,570.88	1,756,770.25	8.74
D15	408,569.78	1,756,792.38	8.74
D3	408,572.19	1,756,811.25	8.74
D4	408,626.44	1,756,813.50	8.72
A2	409,035.00	1,756,817.25	8.62
C1	408,831.66	1,756,734.50	8.44
D8	408,786.34	1,756,812.88	8.88
D9	408,826.22	1,756,812.88	8.91
D5	408,666.38	1,756,813.25	8.76
D13	408,833.53	1,756,769.75	8.41
D6	408,706.59	1,756,813.25	8.8
B0	408,936.78	1,756,809.63	8.81
C0	408,833.03	1,756,769.75	8.41
D12	408,844.88	1,756,784.38	8.69
D7	408,746.47	1,756,813.13	8.84
D10	408,866.47	1,756,813.50	8.95
B2	408,933.75	1,756,769.25	8.68
B1	408,933.03	1,756,788.75	8.79
D14	408,936.88	1,756,809.63	8.81
A1	409,004.84	1,756,812.25	8.81
D11	408,850.53	1,756,792.63	8.79

Fuente: Propia

Tabla 9.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 2.

ID	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Cota Topog. (msnm)
E0	408,364.56	1,756,506.88	8.2
I3	408,474.13	1,756,667.50	8.35
E1	408,360.88	1,756,471.88	7.98
F1	408,364.75	1,756,506.88	8.2
G4	408,398.81	1,756,431.13	8.05
G3	408,395.50	1,756,485.63	8.34
G2	408,397.50	1,756,517.63	8.2
F0	408,397.63	1,756,524.13	8.16
B2	408,388.59	1,756,568.63	8.06
C1	408,532.06	1,756,674.25	8.36
A1	408,353.34	1,756,593.13	8.13
I1	408,355.13	1,756,630.25	8.17
I2	408,399.66	1,756,640.00	8.27
C0	408,473.84	1,756,666.63	8.35
H0	408,532.38	1,756,674.25	8.36
H1	408,587.94	1,756,714.25	8.6
H7	408,645.41	1,756,648.50	8.05
H6	408,643.38	1,756,672.88	8.18
H2	408,653.47	1,756,732.25	8.37
H3	408,668.88	1,756,762.88	8.41
H4	408,679.91	1,756,795.13	8.69
H5	408,707.00	1,756,812.75	8.8
D3	408,430.88	1,756,433.38	8.05
D2	408,428.69	1,756,480.25	8.2
D1	408,416.84	1,756,505.13	8.34
D0	408,397.72	1,756,517.63	8.2
G1	408,397.75	1,756,524.38	8.16
G0	408,388.56	1,756,568.75	8.06
B1	408,377.41	1,756,586.00	8.14
B0	408,353.13	1,756,593.00	8.13
A0	408,355.09	1,756,630.00	8.17
I0	408,356.78	1,756,684.75	8.27

Fuente: Propia

Tabla 10.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 3.

ID	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Cota Topog. (msnm)
A2	408,356.91	1,756,687.00	8.27
B14	407,982.69	1,756,751.63	8.62
B13	407,905.28	1,756,731.00	8.62
B12	407,828.44	1,756,707.88	8.62
B15	408,060.31	1,756,773.00	8.62
B11	407,747.81	1,756,683.25	8.62
B10	407,668.25	1,756,669.50	8.61
B9	407,591.00	1,756,651.50	8.57
B19	408,270.22	1,756,735.75	8.62
B7	407,434.66	1,756,621.25	8.6
B18	408,251.97	1,756,739.00	8.62
B5	407,279.59	1,756,580.50	8.8
A1	408,362.41	1,756,751.63	8.36
A0	408,362.94	1,756,795.13	8.6
B17	408,218.56	1,756,790.00	8.62
B8	407,512.91	1,756,638.25	8.47
B1	407,014.16	1,756,586.75	8.72
B6	407,357.03	1,756,601.38	8.48
B0	406,934.91	1,756,594.00	8.49
B4	407,227.88	1,756,571.50	8.78
B3	407,173.22	1,756,568.00	8.9
B2	407,094.22	1,756,579.00	8.78
B20	408,283.94	1,756,794.25	8.62
B16	408,139.88	1,756,783.38	8.62

Fuente: Propia

Tabla 11.Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 4.

ID	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Cota Topog. (msnm)
C0	405,302.38	1,755,452.88	8.21
C1	405,331.78	1,755,486.25	8.68
C2	405,380.38	1,755,549.75	9.09
C3	405,433.66	1,755,609.13	8.75
C4	405,486.56	1,755,669.13	9.11

C6	405,612.31	1,755,765.75	9.33
C5	405,541.91	1,755,727.63	9.29
C7	405,681.41	1,755,803.88	9.22
B2	406,242.03	1,756,223.25	8.15
B3	406,303.25	1,756,274.13	8.38
B4	406,363.13	1,756,327.50	6.53
B5	406,422.78	1,756,380.63	8.6
B6	406,482.69	1,756,434.25	8.49
B7	406,545.19	1,756,475.38	8.4
B8	406,611.53	1,756,520.00	8.45
B9	406,685.31	1,756,551.00	8
A2	406,935.56	1,756,594.00	8.49
A0	406,814.75	1,756,587.88	8.53
A1	406,879.13	1,756,594.75	8.47
C12	405,993.19	1,756,021.50	9.3
C10	405,865.03	1,755,927.13	9.38
C9	405,798.50	1,755,882.13	9.03
C8	405,732.03	1,755,837.63	8.86
B1	406,179.25	1,756,172.88	7.96
B0	406,118.16	1,756,121.75	8.23
C11	405,931.84	1,755,970.50	9.42

Fuente: Propia

Tabla 12. Coordenadas de los Pozos de Inspección Sector 5.

ID	Coordenada X(m)	Coordenada Y (m)	Cota Topog. (msnm)
R2	404,587.13	1,754,866.25	8.44
R11	405,106.06	1,755,314.75	8.41
R10	405,036.25	1,755,275.63	8.42
R9	404,966.75	1,755,236.00	8.35
R8	404,920.50	1,755,209.75	8.4
R7	404,862.56	1,755,155.50	8.54
R6	404,802.59	1,755,102.00	8.53
R5	404,743.91	1,755,047.88	8.57
R4	404,691.16	1,754,987.50	8.35
R3	404,639.28	1,754,926.13	8.4
R12	405,175.38	1,755,355.38	8.38
R1	404,535.28	1,754,805.50	8.45
R0	404,483.44	1,754,744.38	8.54

Fuente: Propia

En las tablas 8,9,10,11 y 12 se muestra la nomenclatura establecida para cada uno de los pozos de inspección, juntamente con su coordenada x y coordenada y, así como también la cota topográfica de dichos pozos.

En las tablas 13,14,15,16 y 17 se presentan los tramos del diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad de Bajamar y la línea de conducción de aguas residuales de la comunidad de Travesía y Bajamar, con el área tributaria, población de diseño, caudal mínimo, caudal medio, caudal de infiltración y caudal de diseño correspondiente a cada uno de los tramos del diseño.

Tabla 13. Gastos del diseño Sector 1.

ID	Area (ha)	Población (habitantes)	Pobl.Acum (habitantes)	Caudal Mínimo. (L/s)	Caudal Medio. (L/s)	Caudal Infiltración (L/s)	Caudal Diseño (L/s)
D20-D19	0.4	46.97	46.97	0.04	0.08	0.04	0.32
D19-D1	0.09	10.59	57.56	0.05	0.1	0.02	0.4
D18-D17	0.3	35.33	35.33	0.03	0.06	0.03	0.24
D17-D2	0.1	11.82	47.15	0.04	0.08	0.03	0.34
D16-D15	0.43	50.34	50.34	0.04	0.09	0.02	0.32
D15-D3	0.18	20.51	70.85	0.06	0.12	0.02	0.46
D14-D10	0.38	44.4	44.4	0.04	0.08	0.07	0.33
D13-D12	0.14	15.79	15.79	0.01	0.03	0.02	0.11
D12-D11	0.06	6.69	22.48	0.02	0.04	0.01	0.16
D11-D10	0.08	9.58	32.06	0.03	0.06	0.03	0.25
D10-D9	0.16	18.51	94.98	0.08	0.17	0.04	0.73
D9-D8	0.23	26.31	121.29	0.11	0.21	0.04	0.93
D8-D7	0.27	31.49	152.78	0.13	0.27	0.04	1.15
D7-D6	0.28	32.74	185.52	0.16	0.32	0.04	1.39
D6-D5	0.12	14.16	199.68	0.17	0.35	0.04	1.51
D5-D4	0.19	0	199.68	1.03	2.06	0.04	1.68
D4-D3	0.23	26.33	226.01	1.05	2.1	0.05	1.89
D3-D2	0.33	38.08	334.95	1.15	2.29	0.08	2.66
D2-D1	0.27	30.83	412.94	1.22	2.43	0.06	3.24
D1-D0	0.28	32.94	503.44	2.13	4.26	0.07	5.58
C1-C0	0.74	85.26	85.26	0.07	0.15	0.04	0.54
B2-B1	0.07	0	0	0	0	0.02	0.11
B1-B0	0.07	0	0	0.01	0.01	0.02	0.18
A2-A1	0.07	0	0	0	0	0.03	0.11

A1-B0	0.36	41.23	41.23	0.04	0.07	0.07	0.42
-------	------	-------	-------	------	------	------	------

Fuente: Propia

Tabla 14. Gastos del diseño Sector 2.

ID	Area (ha)	Población (habitantes)	Pobl.Acum (habitantes)	Caudal Minimo. (L/s)	Caudal Medio. (L/s)	Caudal Infiltracion (L/s)	Caudal Diseño (L/s)
I3-I2	0.86	99.56	99.56	0	0.17	0.08	0.67
I2-I1	0.42	48.44	148	0.05	0.26	0.05	1
I1-I0	0.11	13.29	161.3	0.11	0.28	0.05	1.14
H7-H6	0.33	37.93	37.93	0.16	0.07	0.02	0.25
H6-H2	0.31	36.13	74.07	0.2	0.13	0.06	0.52
H5-H4	0.13	0	0	0.25	0	0.03	5.58
H4-H3	0.28	32.7	32.7	0.3	0.06	0.03	5.81
H3-H2	0.29	34.19	66.89	0.34	0.12	0.03	6.05
H2-H1	0.31	35.75	176.7	0.44	0.31	0.07	6.85
H1-H0	0.56	64.6	241.3	0.55	0.42	0.07	7.3
G4-G3	0.16	18.26	18.26	0.65	0.03	0.05	0.16
G3-G2	0.06	6.8	25.06	0.73	0.04	0.03	0.24
G2-G1	0.01	0.8	25.86	0.83	0.05	0.01	0.25
G1-G0	0.14	16.24	42.1	0.9	0.07	0.05	0.39
F1-F0	0.06	7.12	7.12	0.99	0.01	0.04	0.08
E1-E0	0.05	5.27	5.27	1.04	0.01	0.04	0.07
D3-D2	0.1	11.33	11.33	1.11	0.02	0.05	0.11
D2-D1	0.03	3.28	14.62	1.18	0.03	0.03	0.16
D1-D0	0.03	3.48	18.1	1.19	0.03	0.02	0.2
C1-C0	0.54	62.73	62.73	1.22	0.11	0.06	0.43
B2-B1	0.06	7.4	7.4	1.25	0.01	0.02	0.06
B1-B0	0.03	3.96	11.36	1.28	0.02	0.03	0.11
A1-A0	0.17	19.44	19.44	1.31	0.03	0.04	0.15

Fuente: Propia

Tabla 15. Gastos del diseño Sector 3.

ID	Área (ha)	Población (habitantes)	Población acumulada (habitantes)	Caudal Mínimo (l/s)	Caudal Medio (l/s)	Caudal de Infiltración (l/s)	Caudal Diseño (l/s)
B20-B17	0.25	0	0	0	0	0.07	14.26
B19-B18	0.51	59.61	59.61	0.05	0.1	0.02	0.37
B18-B17	0.6	69.07	128.68	0.11	0.23	0.06	0.84
B17-B16	0.43	49.67	178.35	0.16	0.31	0.08	15.48
B16-B15	0.43	49.87	228.22	0.2	0.4	0.08	15.85
B15-B14	0.51	59.68	287.9	0.25	0.5	0.08	16.29
B14-B13	0.47	54.93	342.83	0.3	0.6	0.08	16.69
B13-B12	0.42	48.84	391.66	0.34	0.69	0.08	17.06
B12-B11	0.99	115.28	506.94	0.44	0.89	0.08	17.83
B11-B10	1.01	116.64	623.58	0.55	1.09	0.08	18.6
B10-B9	1.02	118.42	742.01	0.65	1.3	0.08	19.38
B9-B8	0.78	90.78	832.79	0.73	1.46	0.08	20
B8-B7	0.99	114.9	947.69	0.83	1.66	0.08	20.76
B7-B6	0.72	83.11	1,030.80	0.9	1.8	0.08	21.33
B6-B5	0.82	95.63	1,126.43	0.99	1.97	0.08	21.98
B5-B4	0.53	61.77	1,188.20	1.04	2.08	0.05	22.4
B4-B3	0.72	83.75	1,271.95	1.11	2.23	0.05	22.95
B3-B2	0.7	81.23	1,353.19	1.18	2.37	0.08	23.51
B2-B1	0.07	8.1	1,361.28	1.19	2.38	0.08	23.64
B1-B0	0.55	63.44	1,424.72	1.25	2.49	0.08	24.09
A2-A1	0.39	0	0	0	0	0	1.14
A1-A0	0.14	0	0	0	0	0.04	0.68

Fuente: Propia

Tabla 16. Gastos del diseño Sector 4.

ID	Área (ha)	Población (habitantes)	Pobl. Acum (habitantes)	Caudal Mínimo (l/s)	Caudal Medio (l/s)	Caudal Infiltración (l/s)	Caudal Diseño (l/s)
C12-C11	0.07	7.99	306.19	0.27	0.54	0.08	27.06
C11-C10	0.07	7.95	314.14	0.27	0.55	0.08	27.18
C10-C9	0.06	6.65	320.79	0.28	0.56	0.08	27.3
C9-C8	0.07	7.92	328.71	0.29	0.58	0.08	27.43
C8-C7	0.05	7.92	328.71	0.29	0.58	0.08	27.43
C7-C6	0.06	0	0	0	0	0	27.43
C6-C5	0.07	0	0	0	0	0	27.43
C5-C4	0.06	0	0	0	0	0	27.43
C4-C3	0.07	0	0	0	0	0	27.43
C3-C2	0.04	0	0	0	0	0	27.43
C2-C1	0.07	0	0	0	0	0	27.43

C1-C0	0.04	0	0	0	0	0	27.43
B9-B8	0.08	9.54	216.83	0.19	0.38	0.08	25.66
B8-B7	0.07	8.1	224.92	0.2	0.39	0.08	25.78
B7-B6	0.07	7.98	232.9	0.2	0.41	0.07	25.9
B6-B5	0.08	9.02	241.93	0.21	0.42	0.08	26.04
B5-B4	0.07	8.15	250.08	0.22	0.44	0.08	26.17
B4-B3	0.07	7.84	257.93	0.23	0.45	0.08	26.29
B3-B2	0.07	8.47	266.39	0.23	0.47	0.08	26.42
B2-B1	0.07	7.74	274.13	0.24	0.48	0.08	26.55
B1-B0	0.08	8.48	282.61	0.25	0.49	0.08	26.68
A2-A1	0.52	0	0	0	0	0	24.09
A1-A0	0.51	59.66	59.66	0.05	0.1	0.06	24.51

Fuente: Propia

Tabla 17. Gastos del diseño Sector 5.

ID	Area (ha)	Población (habitantes)	Pobl.Acum (habitantes)	Caudal Mínimo (l/s)	Caudal Medio (l/s)	Caudal Infiltración (l/s)	Caudal Diseño (l/s)
R12-R11	0.07	7.63	60	0	0.1	0.08	27.43
R11-R10	0.07	7.97	67.96	0	0.12	0.08	27.43
R10-R9	0.07	7.99	75.96	0	0.13	0.08	27.43
R9-R8	0.04	4.78	80.74	0	0.14	0.05	27.43
R8-R7	0.06	7.37	88.1	0	0.15	0.08	27.43
R7-R6	0.07	7.95	96.05	0	0.17	0.08	27.43
R6-R5	0.08	8.98	105.03	0	0.18	0.08	27.43
R5-R4	0.07	8.69	113.71	0	0.2	0.08	27.43
R4-R3	0.06	7.39	121.1	0	0.21	0.08	27.43
R3-R2	0	0	0	0	0	0	27.43
R2-R1	0.07	7.73	128.83	0	0.23	0.08	27.43
R1-R0	0.06	7.47	143.14	0	0.25	0.08	27.43

Fuente: Propia

En las tablas 18,19,20,21 y 22 se presentan cada uno de los tramos correspondientes a cada sector del diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad de Bajamar y la línea de conducción principal de aguas residuales de Bajamar a Travesía, siendo cada uno de los tramos con tubería de PVC SDR-41 con diámetros 200 mm (8") y PVC SDR-41 con diámetros 250 mm (10"). Las pendientes del diseño cumplen con los parámetros establecidos por el SANAA, siendo la mínima del 0.5%.

Tabla 18.Descripción de los tramos Sector 1.

 D	Material	Diametro	Longitud	Pendiente(‰)	Velocidad	Tirante Y/D
D20-D19	PVC	200	38.4	0.805	0.4	0.07
D19-D1	PVC	200	22.17	3.117	0.69	0.05
D18-D17	PVC	200	27.51	1.035	0.4	0.05
D17-D2	PVC	200	30.13	0.76	0.4	0.07
D16-D15	PVC	200	22.15	0.795	0.4	0.07
D15-D3	PVC	200	19.03	0.58	0.4	0.08
D14-D10	PVC	200	70.51	0.77	0.4	0.07
D13-D12	PVC	200	18.51	1.995	0.4	0.03
D12-D11	PVC	200	10	1.445	0.4	0.04
D11-D10	PVC	200	26.26	1.005	0.4	0.06
D10-D9	PVC	200	40.25	0.5	0.44	0.11
D9-D8	PVC	200	39.88	0.5	0.47	0.12
D8-D7	PVC	200	39.88	0.5	0.5	0.14
D7-D6	PVC	200	39.88	0.5	0.53	0.15
D6-D5	PVC	200	40.22	0.5	0.54	0.16
D5-D4	PVC	200	39.94	0.5	0.56	0.16
D4-D3	PVC	200	54.3	0.5	0.58	0.17
D3-D2	PVC	200	79.54	0.5	0.64	0.2
D2-D1	PVC	200	63.35	0.5	0.68	0.23
D1-D0	PVC	200	66.53	0.5	0.79	0.3
C1-C0	PVC	200	35.28	0.505	0.4	0.09
B2-B1	PVC	200	19.51	2.03	0.4	0.03
B1-B0	PVC	200	21.21	1.32	0.4	0.04
A2-A1	PVC	200	30.57	1.996	0.4	0.03
A1-B0	PVC	200	68.11	0.602	0.4	0.08

Fuente: Propia

Tabla 19.Descripción de los tramos Sector 2.

D	Material	Diámetro	Longitud	Pendiente(‰)	Velocidad	Tirante Y/D
I3-I2	PVC	200	79.38	0.5	0.43	0.11
I2-I1	PVC	200	45.59	0.5	0.48	0.13
I1-I0	PVC	200	54.53	0.5	0.5	0.14
H7-H6	PVC	200	24.46	0.99	0.4	0.06
H6-H2	PVC	200	60.23	0.52	0.4	0.09
H5-H4	PVC	200	32.32	0.5	0.79	0.3
H4-H3	PVC	200	34.09	0.5	0.8	0.3
H3-H2	PVC	200	34.28	0.5	0.81	0.31
H2-H1	PVC	200	67.96	0.5	0.84	0.33
H1-H0	PVC	200	68.46	0.5	0.86	0.34
G4-G3	PVC	200	54.6	1.435	0.4	0.04
G3-G2	PVC	200	32.06	1.04	0.4	0.05
G2-G1	PVC	200	6.75	2.073	0.52	0.05
G1-G0	PVC	200	45.32	0.8	0.43	0.07
F1-F0	PVC	200	37.13	2.7	0.4	0.03
E1-E0	PVC	200	35.19	3.165	0.4	0.02
D3-D2	PVC	200	46.93	2	0.4	0.03
D2-D1	PVC	200	27.55	2.5	0.48	0.04
D1-D0	PVC	200	22.85	1.5	0.44	0.05
C1-C0	PVC	200	58.72	0.6	0.4	0.08
B2-B1	PVC	200	20.67	4	0.43	0.02
B1-B0	PVC	200	25.27	2	0.4	0.03
A1-A0	PVC	200	36.92	1.5	0.4	0.04

Fuente: Propia

Tabla 20.Descripción de los tramos Sector 3.

D	Material	Diámetro	Longitud	Pendiente(‰)	Velocidad	Tirante Y/D
B20-B17	PVC	200	65.51	0.5	1.02	0.5
B19-B18	PVC	200	18.54	0.7	0.4	0.07
B18-B17	PVC	200	60.97	0.5	0.46	0.12
B17-B16	PVC	200	78.97	0.5	1.05	0.52
B16-B15	PVC	200	80	0.5	1.05	0.53
B15-B14	PVC	200	80	0.5	1.06	0.54
B14-B13	PVC	200	80	0.5	1.06	0.54
B13-B12	PVC	250	80	0.5	1.07	0.39
B12-B11	PVC	250	80	0.5	1.08	0.4
B11-B10	PVC	250	80	0.5	1.09	0.41

B10-B9	PVC	250	79.32	0.5	1.1	0.42
B9-B8	PVC	250	79.21	0.5	1.11	0.43
B8-B7	PVC	250	79	0.5	1.12	0.44
B7-B6	PVC	250	80	0.5	1.13	0.44
B6-B5	PVC	250	80	0.5	1.14	0.45
B5-B4	PVC	250	52.5	0.5	1.15	0.46
B4-B3	PVC	250	54.77	0.5	1.15	0.46
B3-B2	PVC	250	79	0.5	1.16	0.47
B2-B1	PVC	250	80	0.5	1.16	0.47
B1-B0	PVC	250	79.58	0.5	1.17	0.48
A2-A1	PVC	200	64.86	0.5	0.5	0.14
A1-A0	PVC	200	43.5	0.5	0.43	0.11

Fuente: Propia

Tabla 21.Descripción de los tramos Sector 4.

Tabla 22.Descripción de los tramos Sector 1.

Tramo			Excavaciones		Cotas Invertidas	
ID	Cota Inicial	Cota Final	Inicial	Final	Cota Inicial	Cota Final
D20-D19	8.74	8.74	1.8	2.11	7.05	6.74
D19-D1	8.74	8.74	2.11	4.37	6.74	6.05
D18-D17	8.74	8.74	1.8	2.09	7.05	6.76
D17-D2	8.74	8.74	2.09	4	6.76	6.53
D16-D15	8.74	8.74	1.8	1.98	7.05	6.87
D15-D3	8.74	8.74	1.98	3.67	6.87	6.76
D14-D10	8.81	8.95	1.8	3.12	7.11	6.57
D13-D12	8.41	8.69	1.8	2.45	6.72	6.35
D12-D11	8.69	8.79	2.45	2.69	6.35	6.2
D11-D10	8.79	8.95	2.69	3.12	6.2	5.94
D10-D9	8.95	8.91	3.12	3.28	5.94	5.74
D9-D8	8.91	8.88	3.28	3.4	5.78	5.58
D8-D7	8.88	8.84	3.4	3.49	5.65	5.45
D7-D6	8.84	8.8	3.49	3.56	5.55	5.35

D6-D5	8.8	8.76	3.56	3.61	5.46	5.25
D5-D4	8.76	8.72	3.61	3.66	5.37	5.17
D4-D3	8.72	8.74	3.66	3.83	5.29	5.02
D3-D2	8.74	8.74	3.83	4.06	5.18	4.78
D2-D1	8.74	8.74	4.06	4.37	4.84	4.53
D1-D0	8.74	8.6	4.37	4.56	4.47	4.14
C1-C0	8.44	8.41	1.8	1.95	6.74	6.57
B2-B1	8.68	8.79	1.8	2.31	6.99	6.59
B1-B0	8.79	8.81	2.31	2.61	6.59	6.31
A2-A1	8.62	8.81	1.8	2.6	6.93	6.32
A1-B0	8.81	8.81	2.6	3.01	6.32	5.91

Fuente: Propia

Tabla 23. Descripción de los tramos Sector 2.

Tramo			Excavaciones		Cotas Invertidas	
ID	Cota Inicial	Cota Final	Inicial	Final	Cota Inicial	Cota Final
I3-I2	8.35	8.27	4.25	4.57	4.21	3.81
I2-I1	8.27	8.17	4.57	4.7	3.81	3.58
I1-I0	8.17	8.27	4.7	5.07	3.58	3.3
H7-H6	8.05	8.18	1.8	2.17	6.36	6.11
H6-H2	8.18	8.37	2.17	3.34	6.11	5.8
H5-H4	8.8	8.69	3.45	3.5	5.46	5.3
H4-H3	8.69	8.41	3.5	3.29	5.39	5.22
H3-H2	8.41	8.37	3.29	3.34	5.32	5.14
H2-H1	8.37	8.6	3.34	3.91	5.14	4.8
H1-H0	8.6	8.36	3.91	3.9	4.91	4.56
G4-G3	8.05	8.34	1.8	2.87	6.36	5.57
G3-G2	8.34	8.2	2.87	3.1	5.57	5.24
G2-G1	8.2	8.16	3.1	3.2	5.2	5.07
G1-G0	8.16	8.06	3.2	3.46	5.07	4.7
F1-F0	8.2	8.16	1.8	2.76	6.51	5.5
E1-E0	7.98	8.2	1.8	3.13	6.28	5.17
D3-D2	8.05	8.2	1.8	2.89	6.36	5.42
D2-D1	8.2	8.34	2.89	3.63	5.51	4.82
D1-D0	8.34	8.2	3.63	3.8	4.84	4.5
C1-C0	8.36	8.35	3.91	4.25	4.56	4.21
B2-B1	8.06	8.14	3.47	4.37	4.7	3.87
B1-B0	8.14	8.13	4.37	4.8	3.94	3.44

A1-A0	8.13	8.17	4.8	5.39	3.44	2.89
-------	------	------	-----	------	------	------

Fuente: Propia

Tabla 24. Descripción de los tramos Sector 3.

Tramo			Excavaciones		Cotas Invertidas	
ID	Cota Inicial	Cota Final	Inicial	Final	Cota Inicial	Cota Final
B20-B17	8.62	8.62	1.8	2.14	6.93	6.6
B19-B18	8.62	8.62	1.8	1.93	6.93	6.8
B18-B17	8.62	8.62	1.93	2.24	6.8	6.49
B17-B16	8.62	8.62	2.24	2.54	6.58	6.19
B16-B15	8.62	8.62	2.54	2.7	6.43	6.03
B15-B14	8.62	8.62	2.7	2.86	6.27	5.87
B14-B13	8.62	8.62	2.86	3.02	6.11	5.71
B13-B12	8.62	8.62	3.02	3.22	5.91	5.51
B12-B11	8.62	8.62	3.22	3.38	5.75	5.35
B11-B10	8.62	8.61	3.38	3.53	5.59	5.19
B10-B9	8.61	8.57	3.53	3.64	5.43	5.03
B9-B8	8.57	8.47	3.64	3.7	5.27	4.88
B8-B7	8.47	8.6	3.7	3.99	5.11	4.72
B7-B6	8.6	8.48	3.99	4.03	4.96	4.56
B6-B5	8.48	8.8	4.03	4.51	4.8	4.4
B5-B4	8.8	8.78	4.51	4.51	4.64	4.37
B4-B3	8.78	8.9	4.51	4.75	4.53	4.26
B3-B2	8.9	8.78	4.75	4.86	4.42	4.03
B2-B1	8.78	8.72	4.86	4.96	4.26	3.86
B1-B0	8.72	8.49	4.96	4.89	4.1	3.71
A2-A1	8.27	8.36	5.08	5.5	3.3	2.98
A1-A0	8.36	8.6	5.5	5.96	2.96	2.75

Fuente: Propia

En las tablas 17.18 y 19, se muestran las cotas iniciales, cotas finales, excavación inicial, excavación final, cotas iniciales de invertida y cota final de invertida.

5.2.4 COMPROBACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL SOFTWARE

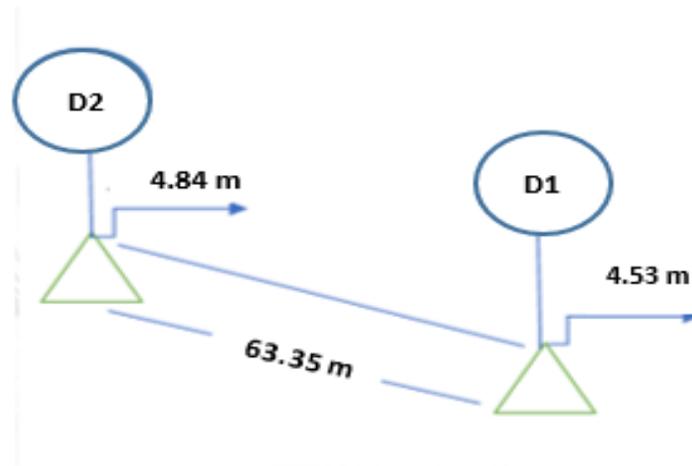


Ilustración 16. Representación de los pozos D2 Y D1.

Fuente: Propia

$$Pendiente = \frac{4.84m - 4.53m}{63.35m} = 0.005 * 100\% = 0.5\%$$

$$Tasa\ de\ crecimiento\ anual = t = 1.4\%$$

$$\text{Área del tramo} = 0.27\ Ha$$

$$Población\ por\ saturación = 116\ Hab/Ha$$

$$Población\ por\ tramo = 116\ Hab/Ha (0.27Ha) = 31,32\ Hab = 32\ Hab$$

$$Factor\ Harmon = H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{32}{1000}}} = 4.35 > 4; se\ usa\ 4\ max$$

$$Q_{dom.} = \frac{Dotacion * Poblacion * 0.8 * H}{86400} = \frac{189\ lppd * 32 * 0.8 * 4}{86400} = 0.224\ l/s$$

$$Caudal\ Infiltración = 1\ l/s \left(\frac{63.35}{1000} \right) = 0.06335 + 0.008 = 0.07135\ l/s$$

$$Caudal Ilícito = 0.3 \left(\frac{\text{Dotación} * \text{Población} * 0.8}{86400} \right) = 0.0168 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0.224 \text{ l/s} + 0.07135 \text{ l/s} + 0.0168 \text{ l/s} = 0.31215 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0.31215 \text{ l/s} + 0.34 \text{ l/s} + 2.66 \text{ l/s} = 3.31215 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{lleno}} = \frac{1}{0.01} \left(\frac{\pi(0.20)^2}{4} \right) \left(\frac{0.20}{4} \right)^{\frac{2}{3}} (0.005)^{\frac{1}{2}} = 0.030 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{lleno}} = \frac{Q_{ll}}{A} = \frac{0.030 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi(0.20)^2}{4}} = 0.9549 \text{ m/s}$$

$$\frac{Q_p}{Q_{ll}} = \frac{3.31215 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{0.030 \text{ m}^3/\text{s}} = 0.1104$$

$$\frac{Y}{D} = 23\% < 80\%$$

$$\frac{v_p}{v_{ll}} = 0.71$$

$$V_p = 0.71(V_{ll}) = 0.71(0.9549 \text{ m/s}) = 0.677 \text{ m/s}$$

VI. CONCLUSIONES

1. Mediante el Software Sewer Up se realizó el diseño una ruta de flujo de caudal para la comunidad que cumpliera con los criterios establecidos por la normativa del SANAA, logrando así la distribución óptima de la tubería.
2. Para el diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad de Bajamar se determinó que la tubería a utilizar es PVC SDR-41 con diámetro 200.00 mm (8") para todos los tramos. La longitud total para dicho diseño es de 2022.7m.
3. La cantidad total de pozos de inspección para el diseño alcantarillado sanitario de Bajamar es de 50 unidades, los cuales presentan profundidades que varían desde 1.50 m a 5.39 m aproximadamente. Dentro de los cuales solo se determinaron seis pozos con profundidades mayores a 4.5 m.
4. Para el diseño de la línea de conducción principal de aguas residuales de Bajamar a Travesía se determinó que la tubería a utilizar es PVC SDR-41 con diámetro 200.00 mm (8") y PVC SDR-41 con diámetro 250.00 mm (10") para todos los tramos. La longitud total para dicho diseño es de 4665.88m.
5. La cantidad total de pozos de inspección para el diseño de la línea de conducción principal de aguas residuales de Bajamar a Travesía es de 23 unidades, los cuales presentan profundidades que varían desde 1.50 m a 5.96m aproximadamente. Dentro de los cuales solo se determinaron nueve pozos con profundidades mayores a 4 m.
6. Durante el proceso de diseño se diagnosticó que el sistema podrá funcionar por gravedad en ciertas partes, ya que se cumple con los parámetros que establece la norma del SANAA, como ser velocidades máximas, velocidad mínima, tirante, y pendiente. Por otra parte, se consideraron estaciones de

bombeo en el sector 3, 4 y 5 para cumplir con los parámetros establecidos por el SANAA.

VII. RECOMENDACIONES

1. En los tramos donde las velocidades son relativamente bajas, se recomienda realizar inspección y limpieza en periodos más cortos para evitar la sedimentación y posterior obstrucción del sistema del alcantarillado.
2. Debe de respetarse el periodo de diseño del proyecto, debido a que los caudales se encuentran estimado en base a la dotación por habitante, por lo que después del año 2038, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo con el crecimiento poblacional de esa fecha para determinar la factibilidad de realizar un rediseño.
3. Hacer una prueba al suelo de Bajamar, logrando así verificar datos más confiables sobre las propiedades mecánicas del suelo y el nivel freático más exacto para la realización de los pozos.
4. La categorización de nuestro proyecto se encuentra en categoría 2 ya que para entrar en esta categoría debe estar entre 501 m hasta 5000 m de longitud del proyecto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

AECID. (2016). Proyecto De Tratamiento De Aguas Residuales. Recuperado 12 de febrero de 2018, a partir de <https://www.aecid.org.gt/2016/12/14/proyecto-de-tratamiento-de-aguas-residuales-favorecer%C3%A1-a-1-213-personas/>

Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) 2015. Recuperado 12 de febrero de 2018, a partir de <http://www.aecid.org.ni/quienes-somos/>

Aguas de Puerto Cortés. (2015). Pozos Punta. Recuperado 10 de febrero de 2017, a partir de <http://www.aguasdepuertocortes.com/servicios>

Aguas de Puerto Cortés, A. de P. C. (2015). Experiencia. Recuperado 10 de febrero de 2018, a partir de <http://www.aguasdepuertocortes.com>

Banco Interamericano De Desarrollo. (2014). Recuperado 14 de febrero 2018, a partir de <https://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2014-07-23/saneamiento-y-agua-potable-en-uruguay%2C10874.html>

Centro Peruano de Estudios Sociales CEPES. Agua_potable3.pdf. Recuperado 18 de febrero del 2018, a partir de http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable3.pdf

Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente (UAH). (2013). Recuperado 23 de febrero del 2018, a partir de <https://geogra.uah.es/>

Global Water Partnership. Full case_Sueli C Faria_Final. Recuperado 14 de febrero 2018, a partir de (<https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/case-studies/americas-and-caribbean/brazil.-an-innovative-management-model-for-rural-water-supply-and-sanitation-in-ceara-state-411-spanish.pdf>)

Gobierno de la República de Costa Rica (2017). Inversión realizada en alcantarillado sanitario. Recuperado 12 de febrero de 2018, a partir de <http://presidencia.go.cr/comunicados/2017/12/inversion-realizada-en-alcantarillado-sanitario-es-el-mayor-de-la-decada/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2014). Recuperado 18 de febrero del 2018, a partir de www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/hidrologia

Instituto Nacional de Estadística Informática. (2006). Libro.pdf. Recuperado 19 de febrero del 2018, a partir de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0900/Libro.pdf

Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, M. D. A. V. D. S. B. (2007). Diseño De Sistemas De Alcantarillado Sanitario Y Pluvial.

Municipalidad de Puerto Cortés. (2013). Alcantarillado Sanitario. Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <http://www.ampuertocortes.com/cms/index.php/servicios-publicos/agua-y-saneamiento>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Recuperado 22 de febrero del 2018, a partir de http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm

Ramírez, H. (1999). Cuasi experimentos. Recuperado 15 de febrero de 2018, a partir de <http://ccp.ucr.ac.cr/cursoweb/242cuas.htm>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2006). Segundo informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Recuperado a partir de <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001495/149519S.pdf>

Redacción Sociedad y EFE (2015). El Mundo Pierde Control Sobre Las Aguas Servidas. Recuperado 12 de febrero de 2018 a partir de <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/8-febrero-2015/mundo-pierde-control-aguas-servidas>

Refuerzos y Patologías del Hormigón S.L. Nivel freático. Recuperado 22 de febrero del 2018, a partir de <http://refuerzosypatologias.net/impermeabilizaciones/impermeabilizaciones-de-sotanos-o-suelos/que-es-el-nivel-freatico/>

Salgado, A., Galeano, J., & Del Cid, N. (2011). Metodología de la Investigación. Recuperado 14 de febrero de 2018, a partir de <https://metodologiainvestigacionhn.files.wordpress.com/2011/05/alternativas-de-solucic3b3n-a-la-escasez-de-agua-potable-en-barrios-en-desarrollo-de-tegucigalpa.pdf>

Sampieri, H. (1991). Metodología de la Investigación. Mexico: 5ta Edición.

SANAA, (s. f.). Servicio Autónomo Nacional De Acueductos Y Alcantarillado.

Sánchez, A. (2001). Proyecto de sistemas de alcantarillado (Primera). México: Instituto Politécnico Nacional.

Secretaria General del Sistema de Integración Centroamericana. Recuperado el 11 de febrero de 2018, a partir de http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/publicaciones-externas/doc_view/423-focard-diagnostico-regional-2013

Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA). (2014). Conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado sanitario. Recuperado 24 de febrero de 2018, a partir de <http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/185.pdf>

Sociedad, R. (2015, febrero 7). Planeta - Ideas - EL COMERCIO. Recuperado 20 de febrero de 2018, a partir de <http://192.168.3.64/elcomercio/cmsEspeciales/>

Sociedad y Tecnología CUL. Diseño de Acueducto Y Alcantarillado. Recuperado 23 de febrero de 2018, a partir de <http://garrynevill.blogspot.com/2010/04/definicion-de-acueducto-y.html>

UNICEF. (2011). Estudio_exclusion_sector_agua_saneamiento_honduras.pdf. Recuperado 22 de febrero de 2018, a partir de https://www.unicef.org/honduras/Estudio_exclusion_sector_agua_saneamiento_honduras.pdf

VASITESA. Recuperado 26 de febrero del 2018, a partir de <http://vasitesa.com.mx/tipos-de-tuberias-que-se-ocupan-para-la-conduccion-de-fluidos/>