



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**Actualización del sistema de alcantarillado sanitario para las
comunidades de San José y Gordeleg, de la parroquia Zhidmad,
perteneciente al Cantón Gualaceo, provincia del Azuay**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

AUTORA:

DAYANA ELIZABETH GÁRATE CORREA

DIRECTOR:

JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

CUENCA – ECUADOR

2018

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico de manera muy especial a Dios, por ser la guía que ilumina mi vida

A mi padre, quien supo darme la fuerza, comprensión y el apoyo para seguir adelante en cada etapa de mi carrera.

A mi madre, por brindarme su inmenso amor que me ha fortalecido día a día para culminar mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres y hermanos por estar a mi lado alentándome y brindándome todo su apoyo para poder alcanzar a culminar este trabajo.

A mi director de tesis Ingeniero Josué Larriva, por todo el apoyo, dedicación y ser quien ha guiado sabiamente cada etapa de mi tesis, por ser un profesor ejemplar que ha hecho posible la realización de este proyecto.

A mis profesores, por todos los conocimientos inculcados en cada año universitario.

Al GAD Parroquial de Zhidmad, por su atenta disposición.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
INFORMACIÓN GENERAL.....	2
Antecedentes	2
Objetivos	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
Alcance.....	3
Justificación.....	3
CAPÍTULO I	4
1. RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	4
1.1. Descripción general de la zona	4
1.1.1. Ubicación geográfica	5
1.1.2. Área del proyecto.....	6
1.1.3. Clima.....	6
1.1.4. Aspectos demográficos	8
1.2. Trabajos topográficos.....	10
1.3. Aspectos socioeconómicos	13

1.3.1.	Encuesta realizada en la comunidad Gordeleg	13
1.3.2.	Encuesta realizada en la comunidad San José	16
1.3.3.	Recolección de desechos sólidos	20
1.3.4.	Vialidad.....	21
1.3.5.	Energía eléctrica.....	22
1.3.6.	Servicios sanitarios	23
1.4.	Caracterización de las aguas residuales	27
1.4.1.	Descripción general	27
1.4.2.	Parámetros físicos para la caracterización de aguas residuales	27
1.4.3.	Parámetros químicos para la caracterización de las aguas residuales.....	28
1.4.4.	Parámetros microbiológicos para la caracterización de aguas residuales.....	28
1.4.5.	Medida de concentración de contaminantes en aguas residuales	29
	CAPÍTULO II.....	31
	2. CRITERIOS PARA EL DISEÑO.....	31
2.1.	Tipo de sistema	31
2.2.	Áreas de aportación.....	32
2.3.	Crecimiento poblacional	32
2.3.1.	Población actual	32
2.3.2.	Población futura	33
2.3.3.	Densidad poblacional.....	36
2.4.	Parámetros de diseño	36
2.4.1.	Dotación	36
2.4.2.	Pendientes	37
2.4.3.	Profundidad.....	38
2.4.4.	Velocidades.....	38
2.4.5.	Diámetros de tubería.....	39
2.4.6.	Tipos de tubería.....	40
2.4.7.	Aguas de infiltración.....	41
2.4.8.	Aguas ilícitas.....	42
2.4.9.	Periodo de diseño.....	42
2.5.	Caudales de diseño.....	43
2.5.1.	Caudal medio diario.....	43

2.5.2.	Caudal máximo diario.....	44
2.6.	Calidad de aguas residuales	44
2.7.	Necesidades de tratamiento.....	47
2.8.	Sistema de tratamiento propuesto	47
2.9.	Pozos y conexiones domiciliarias	48
	CAPÍTULO III.....	50
	3. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO	
	50	
3.1.	Actualización de la red.....	50
3.3.	Sistema de alcantarillado sanitario.....	51
3.4.	Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales	53
	CAPÍTULO IV.....	63
	4. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES	63
4.1.	Determinación de rubros.....	63
4.2.	Análisis de precios unitarios	63
4.3.	Presupuesto referencial	63
4.4.	Especificaciones técnicas	70
4.5.	Cronograma de actividades y programación de trabajos	70
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
	Conclusiones	71
	Recomendaciones.....	72
	BIBLIOGRAFÍA	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Límites del cantón Gualaceo.....	4
Figura 1-2: Mapa parroquial de Gualaceo	5
Figura 1-3: Mapa de ubicación de la parroquia Zhidmad.....	6
Figura 1-4: Isoyetas de la parroquia Zhidmad	7
Figura 1-5: Isotermas de la parroquia Zhidmad.....	7
Figura 1-6: Relieve de la parroquia Zhidmad	11
Figura 1-7: Topografía comunidad San José	12
Figura 1-8: Topografía comunidad Gordeleg	12
Figura 1-9: Número de miembros del grupo familiar.....	13
Figura 1-10: Ingresos económicos	14
Figura 1-11: Tipo de trabajo	14
Figura 1-12: Uso de vivienda.....	15
Figura 1-13: Tenencia de vivienda	15
Figura 1-14: Tipo de edificación.....	16
Figura 1-15: Instrucción del jefe de hogar	16
Figura 1-16: Número de miembros del grupo familiar.....	17
Figura 1-17: Tipo de trabajo	17
Figura 1-18: Ingresos económicos	18
Figura 1-19: Tenencia de vivienda	18
Figura 1-20: Tipo de edificación.....	19
Figura 1-21: Uso de vivienda.....	19
Figura 1-22: Instrucción del jefe de hogar	20
Figura 1-23: Recolección de basura en la comunidad de Gordeleg.....	20
Figura 1-24: Recolección de basura en la comunidad de San José.....	21
Figura 1-25: Tipo de vía en la comunidad de Gordeleg	22
Figura 1-26: Tipo de vía en la comunidad de San José	22
Figura 1-27: Energía eléctrica en la comunidad de Gordeleg.....	23
Figura 1-28: Energía eléctrica en la comunidad de San José.....	23
Figura 1-29: Evacuación de aguas servidas en la comunidad de Gordeleg.....	24
Figura 1-30: Evacuación de aguas servidas en la comunidad de San José.....	24
Figura 1-31: Abastecimiento de agua potable en la comunidad de Gordeleg	25
Figura 1-32: Tipo de agua que utiliza la comunidad de Gordeleg.....	25
Figura 1-33: Estado de conexión en la comunidad de Gordeleg	25
Figura 1-34: Abastecimiento de agua en la comunidad de San José	26
Figura 1-35: Tipo de agua que utiliza la comunidad de San José.....	26
Figura 1-36: Estado de conexión domiciliaria en la comunidad de San José.....	26

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1: Proyección poblacional de la comunidad de Gordeleg.....	34
Ilustración 2.2: Proyección poblacional de la comunidad de San José.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Población según sexo	8
Tabla 1-2: Población parroquial según comunidades	8
Tabla 1-3: Densidad poblacional	9
Tabla 1-4: Tasa de alfabetismo	9
Tabla 1-5: Auto-identificación según sexo	10
Tabla 1-6: Clasificación del relieve y rangos de pendiente del terreno	10
Tabla 1-7: Red vial de la parroquia Zhidmad	21
Tabla 1-8: Características epidemiológicas de los patógenos excretados	29
Tabla 1-9: Características de las aguas residuales y fuentes de origen.....	30
Tabla 2-1: Métodos de proyección poblacional.....	33
Tabla 2-2: Tasas de crecimiento poblacional.....	33
Tabla 2-3: Proyección de la población futura en la comunidad de Gordeleg.....	34
Tabla 2-4: Proyección de la población futura en la comunidad de San José.....	35
Tabla 2-5: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos	36
Tabla 2-6: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.....	37
Tabla 2-7: Pendientes mínimas de un alcantarillado	37
Tabla 2-8: Coeficiente de rugosidad de Manning para alcantarillados.....	39
Tabla 2-9: Aporte de infiltración por longitud de tubería.....	41
Tabla 2-10: Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable	43
Tabla 2-11: Límites permisibles para el control de calidad de las aguas residuales.....	44
Tabla 2-12: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	45
Tabla 2-13: Distancias máximas entre pozos de revisión.....	48
Tabla 2-14: Resumen de la red de alcantarillado sanitario para las comunidades de Gordeleg y San José.....	48
Tabla 3-1: Parámetros y criterios de diseño de Alcantarillado Sanitario para la comunidad de Gordeleg.....	52
Tabla 3-2: Parámetros y criterios de diseño de Alcantarillado sanitario para la comunidad de San José.....	52
Tabla 3-3: Parámetros de diseño de la fosa séptica para la comunidad de Gordeleg	55
Tabla 3-4: Dimensiones mínimas de la fosa para la comunidad de Gordeleg.....	55
Tabla 3-5: Parámetros medios de calidad del agua residual de la comunidad de Gordeleg.....	56
Tabla 3-6: Parámetros de diseño de la fosa séptica para la comunidad de San José	56
Tabla 3-7: Dimensiones mínimas de la fosa para la comunidad de San José.....	57
Tabla 3-8: Parámetros medios de calidad del agua residual para la comunidad de San José.....	58
Tabla 3-9: Datos de diseño del filtro anaerobio para la comunidad de Gordeleg.....	59
Tabla 3-10: Dimensiones del tanque de ferrocemento para la comunidad de Gordeleg	60
Tabla 3-11: Parámetros para medir la eficiencia de remoción	60
Tabla 3-12: Datos de diseño del filtro anaerobio para la comunidad de San José.....	60
Tabla 3-13: Dimensiones del tanque de ferrocemento para la comunidad de San José	61
Tabla 3-14: Parámetros para medir la eficiencia de remoción	61

Tabla 4-1: Presupuesto referencia del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Gordeleg	64
Tabla 4-2: Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de la comunidad de San José	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuestas formuladas en las comunidades de Gordeleg y San José

Anexo 2: Detalles constructivos pozos de revisión

Anexo 3: Detalles constructivos viga metálica

Anexo 4: Planos del Alcantarillado Sanitario de la comunidad de Gordeleg

Anexo 5: Planos del Alcantarillado Sanitario de la comunidad de San José

Anexo 6: Tabla de cálculo Gordeleg

Anexo 7: Tabla de cálculo San José

Anexo 8: Planos de la planta de tratamiento Gordeleg

Anexo 9: Planos de la planta de tratamiento San José

Anexo 10: Análisis de Precios Unitarios

Anexo 11: Especificaciones Técnicas

Anexo 12: Cronograma Valorado Gordeleg

Anexo 13: Cronograma Valorado San José

Actualización del sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de San José y Gordeleg, de la parroquia Zhidmad, perteneciente al Cantón Gualaceo, provincia del Azuay

RESUMEN

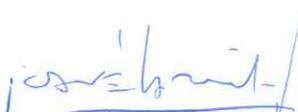
En el presente trabajo se realizó la actualización de los sistemas de alcantarillado sanitario para las comunidades de Gordeleg y San José, de la parroquia Zhidmad, perteneciente al Cantón Gualaceo, provincia del Azuay. Estas comunidades no cuentan con un sistema de evacuación de aguas residuales, lo que origina riesgo de enfermedades y contaminación en el ambiente. La actualización de los estudios comprende el rediseño de las redes de alcantarillado y el sistema de tratamiento para las condiciones actuales e incluye los presupuestos, análisis de precios, especificaciones y cronogramas, necesarios para la ejecución de las obras.

PALABRAS CLAVE:

Actualización, alcantarillado, residuales, pozos



Ing. José Fernando Vázquez Calero
DIRECTOR DE ESCUELA



Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



Dayana Elizabeth Gárate Correa

TESISTA

Sanitary sewer system update for the communities of San José and Gordeleg of the Zhidmad parish in the Gualaceo Canton of the province of Azuay

ABSTRACT

In this work, the sanitary sewer systems were updated for the communities of Gordeleg and San José of the Zhidmad parish, located in the Gualaceo Canton, province of Azuay. These communities did not have a wastewater evacuation system, which caused health risks and pollution of the environment. The update of these studies included the redesign of the sewerage networks and the treatment system for the current conditions. It also included budgets, price analysis, specifications and the necessary schedules for the execution of this work.

Keywords: Update, sewer, waste, wells.



A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and curves, positioned above the text 'Translated by Ing. Paul Arpi'.

Translated by
Ing. Paul Arpi

Dayana Elizabeth Gárate Correa

Trabajo de Titulación

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

MARZO, 2018

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LAS COMUNIDADES DE SAN JOSÉ Y GORDELEG, DE LA
PARROQUIA ZHIDMAD, PERTENECIENTE AL CANTÓN GUALACEO,
PROVINCIA DEL AZUAY**

INTRODUCCIÓN

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales pertenecientes a una población determinada, de no contar con este servicio, se daría la proliferación de muchas enfermedades afectando a la salud de los habitantes y provocando un ambiente contaminado. El destino final de las aguas residuales es la planta de tratamiento, en la cual se dan varios procesos que garantizan la disminución de la contaminación, para cumplir con las normas actuales.

Al implementar un sistema de alcantarillado se espera que la población tenga un menor índice de insalubridad y contaminación ambiental, es por ello que toda comunidad necesita de este servicio para mejorar la calidad de vida y su desarrollo, por lo que el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Zhidmad, a través de un convenio con la Universidad del Azuay estableció que se realice la actualización del sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de San José y Gordeleg.

INFORMACIÓN GENERAL

Antecedentes

En las comunidades de Gordeleg y San José existe la carencia de un servicio adecuado para la evacuación de las aguas residuales, lo cual ha generado una elevada proliferación de bacterias, provocando afecciones a la salud especialmente en los niños y niñas. Las enfermedades más comunes que se presentan en la población son: intoxicaciones alimenticias, amebiasis y salmonelosis, las cuales aparecen en épocas de invierno porque el servicio actual para la evacuación de las aguas residuales se encuentra en malas condiciones y a más de ello los habitantes viven en un ambiente contaminado.

Las comunidades de Gordeleg y San José están habitadas por gente mestiza en un 80% y gente indígena en un 20%. Los principales ingresos económicos de estas comunidades provienen en gran parte de remesas de gente que ha migrado al exterior, así como también de la ganadería, agricultura y silvicultura; dentro de las actividades agrícolas los productos más destacados para el comercio son: el maíz, trigo, arveja, habas y fréjol.

Objetivos

Objetivo General

Actualizar los diseños de la red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para las comunidades de Gordeleg y San José, de la parroquia Zhidmad, perteneciente al Cantón Gualaceo, provincia del Azuay.

Objetivos Específicos

- Recopilar y levantar la información necesaria para la elaboración del proyecto.
- Realizar el diseño de los elementos de las redes de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento.
- Realizar el presupuesto, especificaciones técnicas, análisis de precios unitarios y cronograma para la construcción del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento para cada comunidad.

Alcance

- Se efectuará el levantamiento y recopilación de información como: número de habitantes y viviendas, situación socioeconómica, servicios, etc.
- Se definirá el trazado de las líneas de conducción del sistema de alcantarillado cursando los caminos y vías existentes.
- Se actualizará el diseño del sistema de alcantarillado sanitario
- Se realizara el análisis de precios unitarios, cantidades de obras y especificaciones técnicas.

Justificación

Al no contar con la infraestructura apropiada para la evacuación de las aguas residuales y con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Zhidmad, a través de un convenio con la Universidad del Azuay consideró conveniente asignar la actualización del sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de San José y Gordeleg, a estudiantes que requieran realizar su tesis de grado como un proyecto de vinculación con la sociedad.

Es necesario implementar un sistema de alcantarillado técnicamente bien diseñado que cumpla con todos los requerimientos que necesita la población para asegurar una buena calidad de vida en un ambiente adecuado. El alto riesgo de contaminación y afecciones a la salud justifican el desarrollo del proyecto, ya que los mismos impiden tener una forma de vida cómoda y alteran el desarrollo ambiental; además de ello se espera que en los próximos años se dé un incremento poblacional, por lo que es primordial dotar a las comunidades de un servicio óptimo que asegure brindar una mejor calidad de vida, proteger el ecosistema y no seguir causando molestias a los habitantes por un servicio de mala calidad.

CAPÍTULO I

1. RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1. Descripción general de la zona

La actualización de los sistemas de alcantarillado sanitario se ejecutará en las comunidades de San José y Gordeleg, pertenecientes a la parroquia Zhidmad, en el cantón Gualaceo, ubicado en la provincia del Azuay.

Los límites del cantón Gualaceo son los siguientes:

- Al Norte por los cantones de Paute y el Pan
- Al Sur el cantón Chordeleg y Sígsig
- Al Este con la provincia de Morona Santiago
- Al Oeste el cantón Cuenca, como se puede ver en la figura 1.1

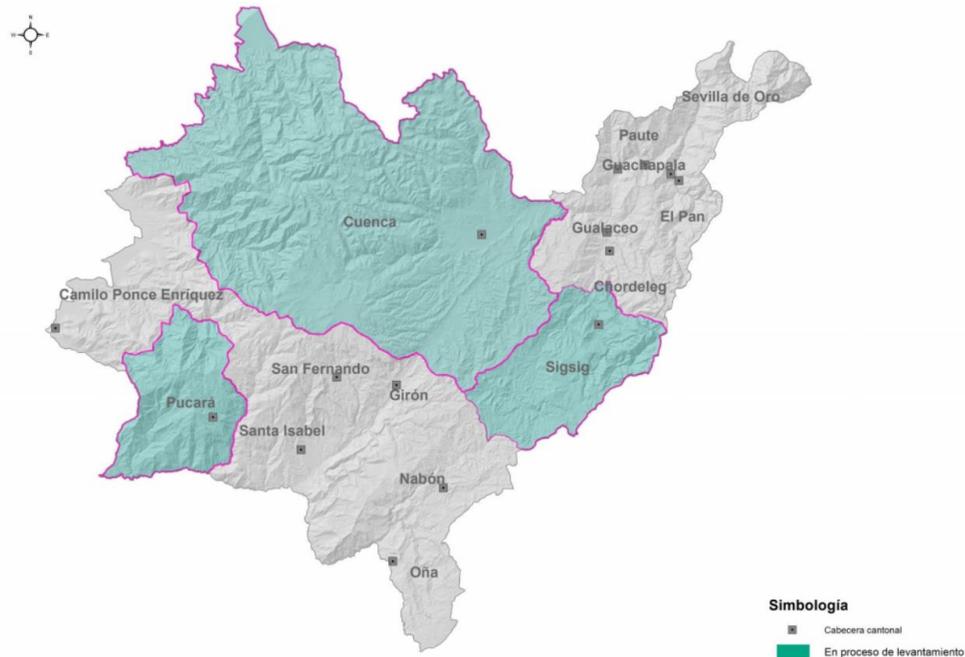


Figura 1-1: Límites del cantón Gualaceo

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 2010)

El cantón Gualaceo está conformado por las siguientes parroquias: Daniel Córdova Toral, Gualaceo (Cabecera cantonal), Jadán, Mariano Moreno, Luis Cordero Vega, Remigio Crespo Toral, San Juan, Simón Bolívar y la parroquia, como se observa en la figura 1.2.

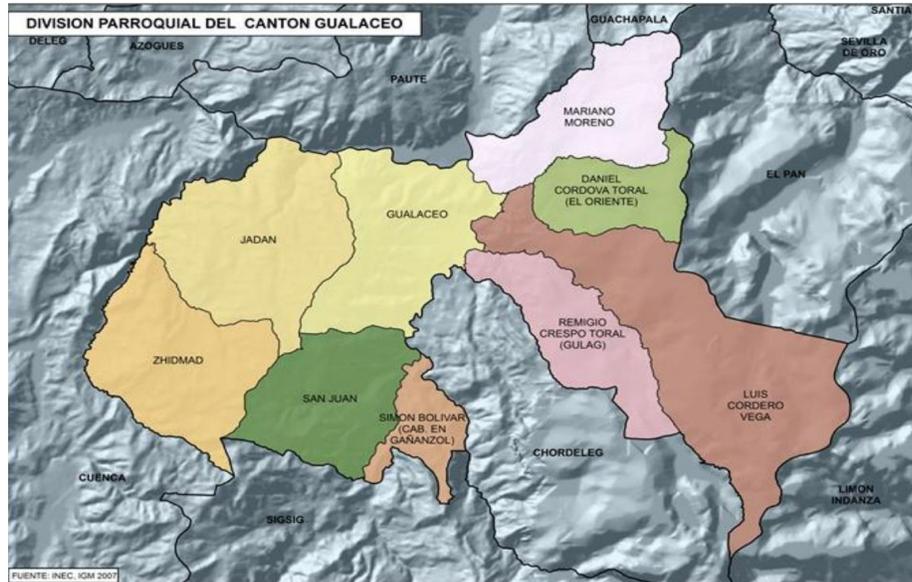


Figura 1-2: Mapa parroquial de Gualaceo

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 2010)

El proyecto a realizarse tendrá lugar en la parroquia Zhidmad que está conformada por 8 comunidades que son: Bellavista, Chico Lalcote, Chilla, Gordeleg, Zhidmad centro, Guayán, Monjas, Huasirrupanga y San José de Lalcote.

1.1.1. Ubicación geográfica

Las comunidades de Gordeleg y San José, se encuentran ubicadas en la parroquia Zhidmad, cantón Gualaceo, provincia del Azuay, se encuentran entre los 2600 y 3000 metros sobre el nivel del mar y están limitadas por las parroquias: Santa Ana y Paccha del Cantón Cuenca; Jadán y San Juan del Cantón Gualaceo y San Bartolomé del Cantón Sigüig; al oriente el Cantón Cuenca y al occidente del Cantón Gualaceo, como se observa en la figura 1.3

De acuerdo con los datos tomados en campo con el GPS la comunidad de Gordeleg se encuentra a 9674957.35 N y a 732395.24 E altura 2656m y la comunidad de San José se encuentra a 9675091.11 N y a 736631.13 E altura 2852m en la Zona 17M.

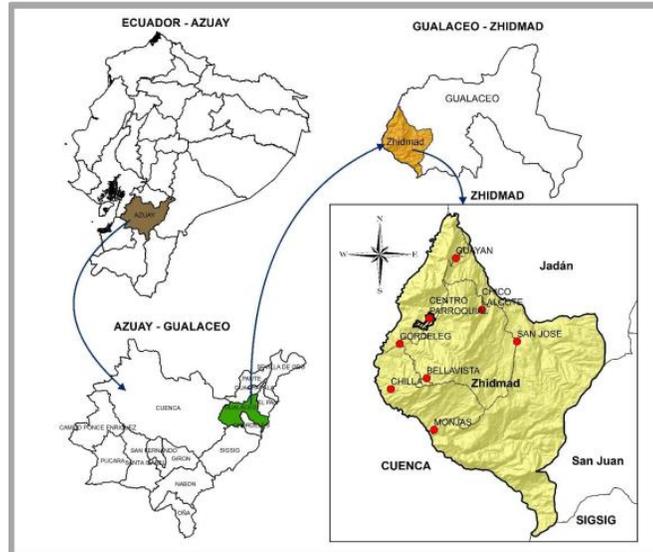


Figura 1-3: Mapa de ubicación de la parroquia Zhidmad

Fuente: (Cartografía Temática PDYOT Parroquia Zhidmad, 2015)

1.1.2. Área del proyecto

El proyecto se emplazará en un área de 5.73ha en la comunidad de Gordeleg y de 6.72ha para la comunidad de San José, siendo 12.45ha el área total en donde se desarrollará el proyecto.

1.1.3. Clima

Las características climatológicas del Ecuador, al igual que en la región sur, responden a una diversidad de factores que modifican su condición natural, tales como: latitud, geografía, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del océano, corrientes marinas y los vientos. Ecuador está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se sitúa la zona de convergencia intertropical (ZCIT), por esta razón, ciertas áreas del país reciben la influencia alternativa de masas de aire con características de temperatura y humedad (INAMHI, 2014).

De acuerdo con el instituto nacional de meteorología e hidrología, la parroquia Zhidmad tiene una precipitación promedio anual de 750mm, que se muestra en la figura 1.4. Los datos se han obtenido de la estación climatológica más cercana MO139 de Gualaceo, ya que en la zona correspondiente al análisis no se dispone de ninguna estación.

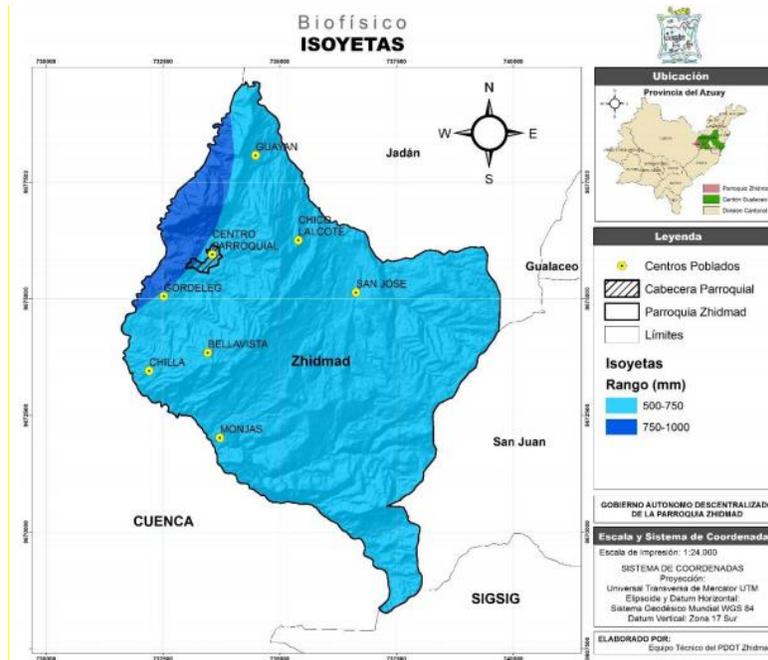


Figura 1-4: Isoyetas de la parroquia Zhidmad

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 2010)

El clima de la parroquia Zhidmad es templado con una temperatura promedio anual de 11.5°C, lo cual observamos en la figura 1.5.

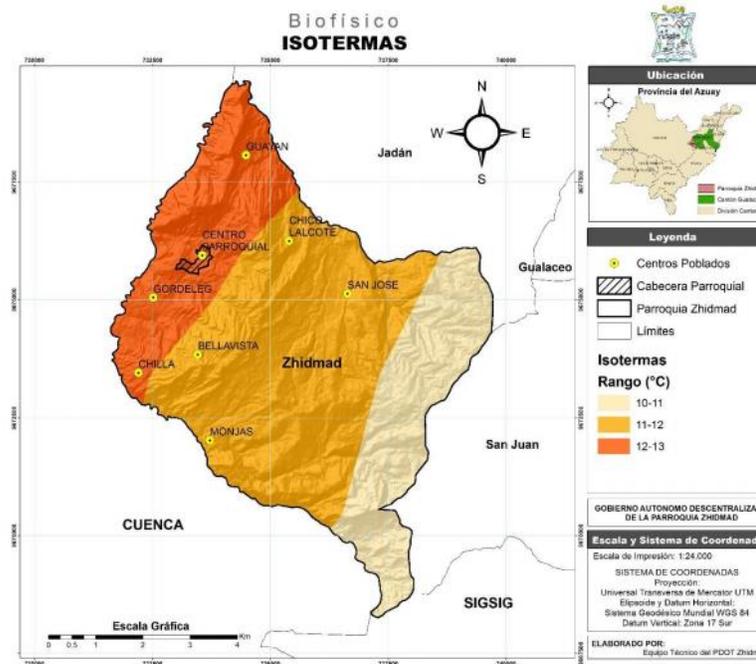


Figura 1-5: Isotermas de la parroquia Zhidmad

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 2010)

1.1.4. Aspectos demográficos

De acuerdo con el INEC 2010, la parroquia Zhidmad cuenta con 2745 habitantes, lo cual representa el 6.43% de la población total del cantón Gualaceo que tiene 42709 habitantes. Existen 1529 mujeres y 1216 hombres, siendo la población femenina mayor que la población masculina en un 11.4%, como se indica en la tabla 1.1.

Tabla 1-1: Población según sexo

POBLACIÓN			
Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombre	1216	44,3	44,3
Mujer	1529	55,7	100
Total	2745	100	100

Fuente: (INEC, 2010)

Los datos obtenidos del censo realizado por el INEC en las comunidades que conforman la parroquia Zhidmad, la comunidad más poblada es San José de Lalcote con un total de 661 habitantes y la comunidad menos poblada es Chilla con 153 habitantes, el detalle de los habitantes de todas las comunidades lo podemos observar en la tabla 1.2.

Tabla 1-2: Población parroquial según comunidades

Población parroquial según comunidades			
Comunidades	Población		
	Casos	%	Acumulado %
Bellavista	162	5,9	5,9
Chico Lalcote	172	6,27	12,17
Chilla	153	5,57	17,74
Gordeleg	240	8,74	26,48
Zhidmad centro	582	21,2	47,68
Guayán	284	10,35	58,03
Monjas, Huasirrupanga	491	17,89	75,9
San José de Lalcote	661	24,08	100
Total	2745	100	100

Fuente: (INEC, 2010)

Según el INEC 2010, en la parroquia Zhidmad la mayoría de la población tiene menos de 24 años, por lo que la población es predominantemente joven, existiendo una elevada población

de niños y niñas. La parroquia Zhidmad tiene una superficie de 44.27km², lo cual representa una densidad poblacional de 62.01 hab/km² descrito en la tabla 1.3.

Tabla 1-3: Densidad poblacional

Código	Nombre de provincia	Nombre de cantón	Nombre de parroquia	Población	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad de la Población
010358	AZUAY	GUALACEO	ZHIDMAD	2745	44,27	62,01

Fuente: (INEC, 2010)

En la actualidad la parroquia Zhidmad cuenta con varias escuelas, por lo que el analfabetismo ha disminuido notablemente y según el último censo realizado en el año 2010 existe un mayor porcentaje de mujeres que no saben leer ni escribir en relación a los hombres, como se puede observar en la tabla 1.4.

Tabla 1-4: Tasa de alfabetismo

Tasa de alfabetismo				
Saben leer y escribir	Casos	%	Sexo	
			Hombre	Mujer
Si	2081	84,77	965	1116
No	374	15,23	110	264
Total	2455	100	1075	1380

Fuente: (INEC, 2010)

De acuerdo a datos del censo nacional de población y vivienda realizado en el año 2010, el índice de feminidad en la parroquia se ha incrementado de 118 en el 2001 a 125 mujeres por cada 100 hombres. El elevado índice de feminidad tiene consecuencias importantes dentro de la organización familiar y social. Debido a que el fenómeno de la migración afecta en mayor medida a la población masculina, la mujer ha tenido que desempeñar papeles que antes estaban típicamente relacionados con los hombres tales como la jefatura del hogar, liderazgo comunitario, y actividades productivas (Equipo Consultor GAD ZHIDMAD, 2015).

Gran parte de la población en la parroquia Zhidmad se identifica como mestiza, ya que el 83.21% del total corresponden a este grupo étnico y tan solo el 15.12% son indígenas, también

existen otros grupos étnicos como blancos, afro ecuatorianos, montubios y otros en un mínimo porcentaje, representado en la tabla 1-5 a continuación.

Tabla 1-5: Auto-identificación según sexo

Auto-identificación	Hombre		Mujer		Total	Total %
	Casos	%	Casos	%		
Indígena	171	14,06	244	15,96	415	15,12
Afroecuatoriano/a	7	0,58	7	0,46	14	0,51
Montubio/a	2	0,16	1	0,07	3	0,11
Mestizo/a	1024	84,21	1260	82,41	2284	83,21
Blanco/a	11	0,9	17	1,11	28	1,02
Otros	1	0,08	0	0	1	0,04
Total	1216	100	1529	100	2745	100

Fuente: (INEC, 2010)

1.2. Trabajos topográficos

Es importante establecer el tipo de pendiente de un terreno, para deducir características geomorfológicas, posibles usos del suelo, restricciones para su empleo y otros elementos. La pendiente de un terreno es el ángulo de inclinación con respecto a una línea horizontal de referencia, en la siguiente tabla 1.6 se indican los tipos de pendiente según el terreno (Mendieta Ocampo & Valencia Céspedes, 2005).

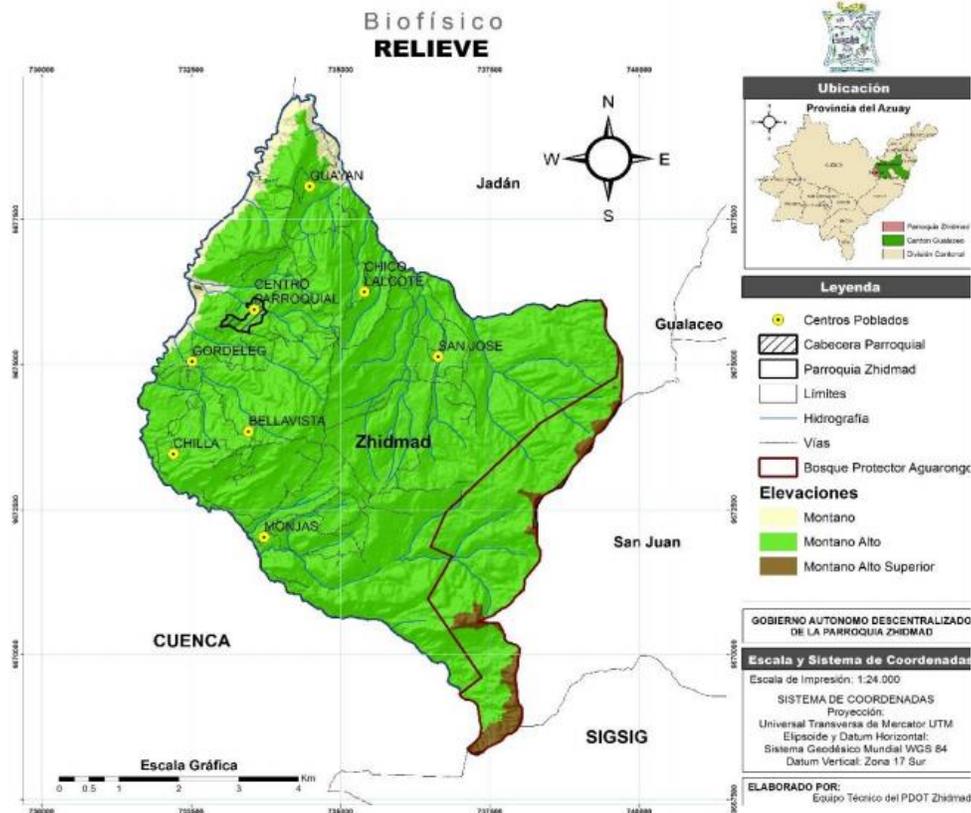
Tabla 1-6: Clasificación del relieve y rangos de pendiente del terreno

Clase	Tipos de relieve	Rangos de pendientes
I	PLANO A LIGERAMENTE PLANO	0 - 3
II	LIGERAMENTE INCLINADO	3 - 7
III	MODERADAMENTE INCLINADO	7 - 12
IV	FUERTEMENTE INCLINADO	12 - 25
V	MODERADAMENTE ESCARPADO	25 - 50
VI	ESCARPADO	50 - 75
VII	MUY ESCARPADO	> 75

Fuente: (Villarreal Morales, 2000)

Los terrenos que se encuentran en la parroquia Zhidmad tienen pendientes que varían de 3 a 55%, es decir su relieve va desde plano hasta escarpado, se puede observar su relieve en la figura 1.6.

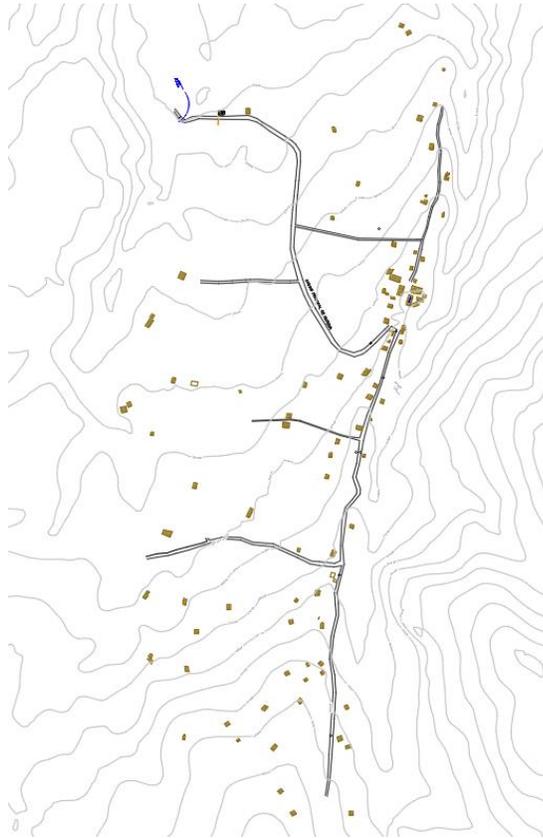
Figura 1-6: Relieve de la parroquia Zhidmad



Fuente: (Cartografía Temática PDYOT Parroquia Zhidmad, 2015)

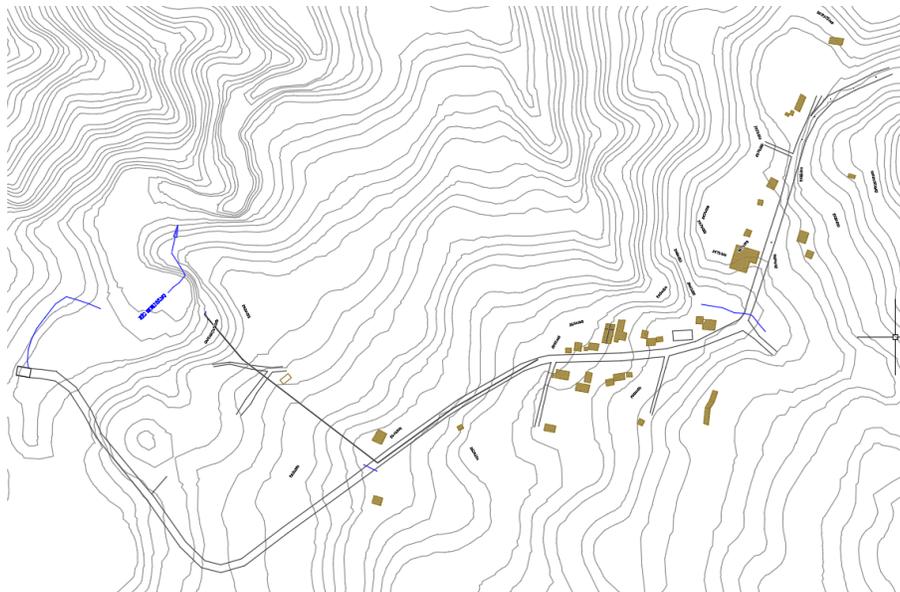
La topografía del terreno, en el cual se ejecutará el proyecto de actualización del sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de Gordeleg y San José, ha sido levantada por el GAD de la parroquia Zhidmad en el año 2004, la misma que servirá como punto de partida para realizar el proyecto. El levantamiento topográfico brindado por la entidad ha tenido algunos cambios debido a que las coordenadas que se han tomado actualmente no coinciden con las que se tiene en los planos originales, ya que en la actualidad se puede obtener la información con mayor exactitud, la topografía correspondiente a las comunidades sujetas al estudio se muestran en las figuras 1-7 y 1-8.

Figura 1-7: Topografía comunidad San José



Fuente: (Autora)

Figura 1-8: Topografía comunidad Gordeleg



Fuente: (Autora)

1.3. Aspectos socioeconómicos

Para poder conocer las condiciones en las que se encuentran las comunidades de San José y Gordeleg se ejecutó una inspección de las zonas y mediante una encuesta formulada a los habitantes, principalmente a los jefes de familia se pudo analizar la carencia de ciertos servicios básicos, ingresos economía y demás aspectos socioeconómicos que la población está de acuerdo con mejorarlos ya sea dando un aporte económico o a través del GAD parroquial, lo cual se observa en el ANEXO 1.

De acuerdo con los resultados de las encuestas en la comunidad de San José las actividades de agricultura, ganadería y silvicultura son las que producen mayores ingresos económicos, ocurriendo algo distinto en la comunidad de Gordeleg, ya que la mayor parte de su población se encuentra en el exterior, su economía se potencia a través de la migración. Todos los datos obtenidos en las encuestas coinciden con el más reciente censo realizado por el INEC.

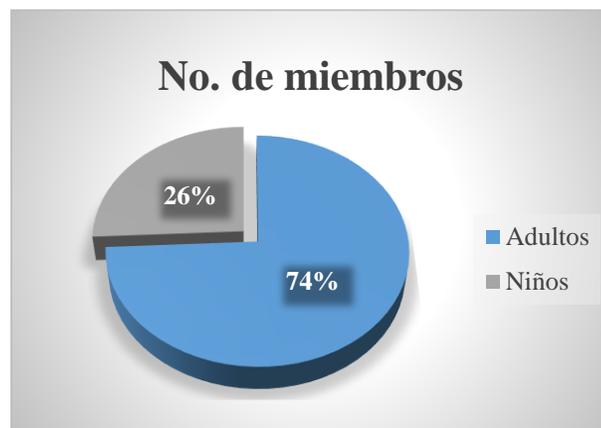
Los datos obtenidos en las encuestas se detallan de la siguiente manera:

1.3.1. Encuesta realizada en la comunidad Gordeleg

Fecha: Marzo-Abril 2018

El parámetro principal de la encuesta es saber el número de habitantes que tiene cada comunidad, existiendo en Gordeleg 269 habitantes en su mayoría de 12 a 25 años considerados como adultos (Figura 1-9).

Figura 1-9: Número de miembros del grupo familiar



Fuente: (Autora)

Los ingresos económicos en la comunidad provienen de fuentes externas como la migración, ya que por la falta de oportunidades mucha gente ha tenido que emigrar al exterior para abastecer al hogar, aunque la agricultura, ganadería y silvicultura constituyen también una fuente importante de ingresos porque gran parte de la población trabaja permanente en ello (Figuras 1-10 y 1-11).

Figura 1-10: Ingresos económicos



Fuente: (Autora)

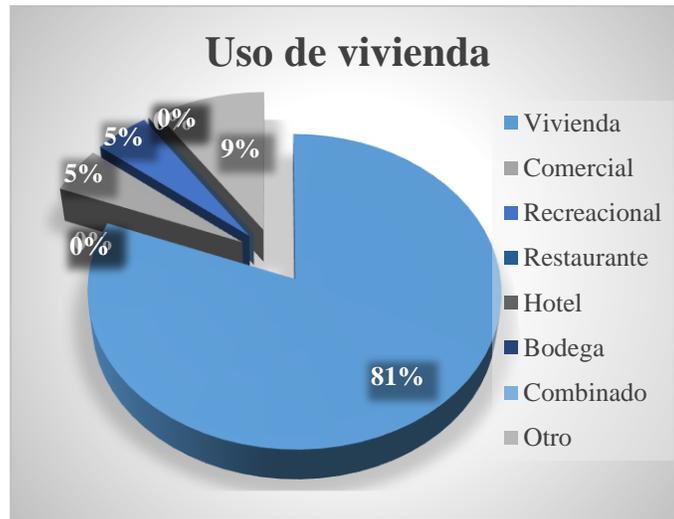
Figura 1-11: Tipo de trabajo



Fuente: (Autora)

El uso de las edificaciones en la comunidad de Gordeleg es principalmente para viviendas, cuya tenencia es propia, existen tan solo dos lugares que son usados como comercios que abastecen de víveres a sus habitantes y de acuerdo con la inspección realizada en la zona solo se pueden observar edificaciones de una a dos plantas (Figuras 1-12, 1-13 y 1-14).

Figura 1-12: Uso de vivienda



Fuente: (Autora)

Figura 1-13: Tenencia de vivienda



Fuente: (Autora)

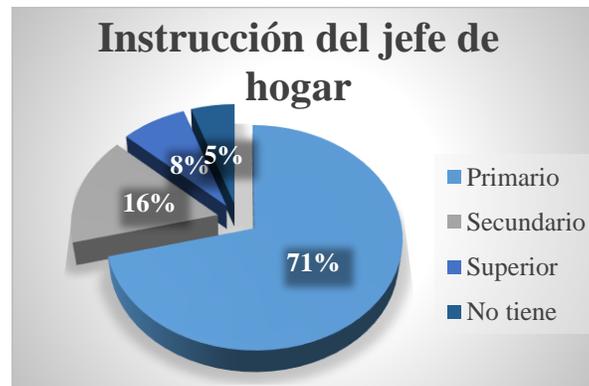
Figura 1-14: Tipo de edificación



Fuente: (Autora)

En la actualidad los niños y jóvenes de la comunidad de Gordeleg tienen más oportunidades para superarse, existiendo colegios y escuelas gratuitas, situación que no sucedía tiempos atrás especialmente con los jefes de hogar, ya que la mayoría de ellos solo han podido estudiar la primaria porque la falta de ingresos les obligaba a trabajar a tempranas edades y dejar sus estudios (Figura 1-15).

Figura 1-15: Instrucción del jefe de hogar



Fuente: (Autora)

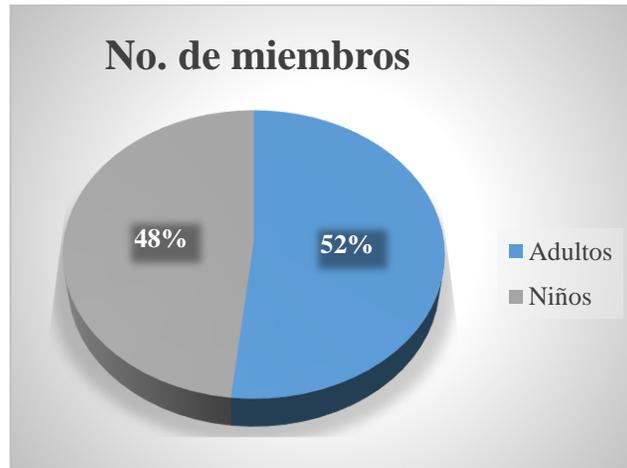
1.3.2. Encuesta realizada en la comunidad San José

Fecha: Marzo-Abril 2018

Según el último censo del INEC 2010 la comunidad de San José tiene 661 habitantes, pero al pasar los años gran parte de la población ha tenido que trasladarse a otros lugares en busca de mejores ingresos económicos, es por ello que al realizar la encuesta muchas viviendas estaban

deshabitadas, razón por la cual el índice poblacional ha disminuido a 376 habitantes. La comunidad posee una escuela a la que acuden 150 niños de 5 a 12 años principalmente (Figura 1-16).

Figura 1-16: Número de miembros del grupo familiar



Fuente: (Autora)

Los ingresos económicos en la comunidad provienen mayoritariamente de la agricultura, ganadería y silvicultura, sus habitantes trabajan permanentemente de sus cultivos y ganado particulares de la zona, otro factor importante para la economía es la migración que ha afectado a muchos hogares, dando lugar a problemas sociales (Figuras 1-17 y 1-18).

Figura 1-17: Tipo de trabajo



Fuente: (Autora)

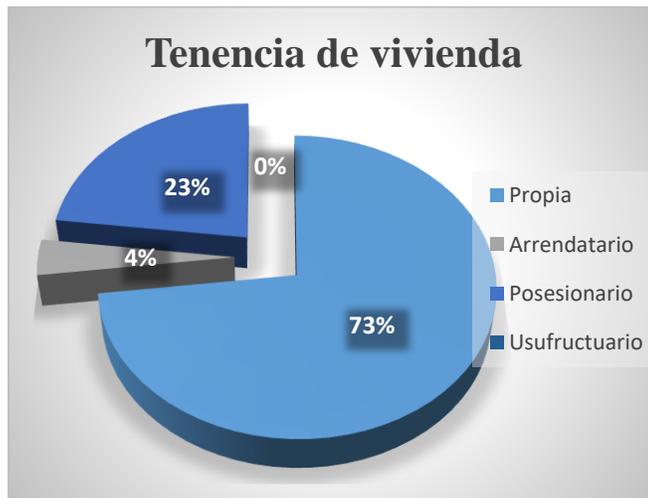
Figura 1-18: Ingresos económicos



Fuente: (Autora)

Algunas viviendas en esta comunidad se han construido en terrenos posesionados y otras en terrenos propios en un 73% de la población total, las edificaciones un 55% son de una planta y las restantes de dos a tres plantas como máximo, en la zona no hay muchos comercios porque sus habitantes prefieren adquirir los víveres en poblados más grandes como Santa Ana o el Cantón Cuenca (Figuras 1-19, 1-20 y 1-21).

Figura 1-19: Tenencia de vivienda



Fuente: (Autora)

Figura 1-20: Tipo de edificación



Fuente: (Autora)

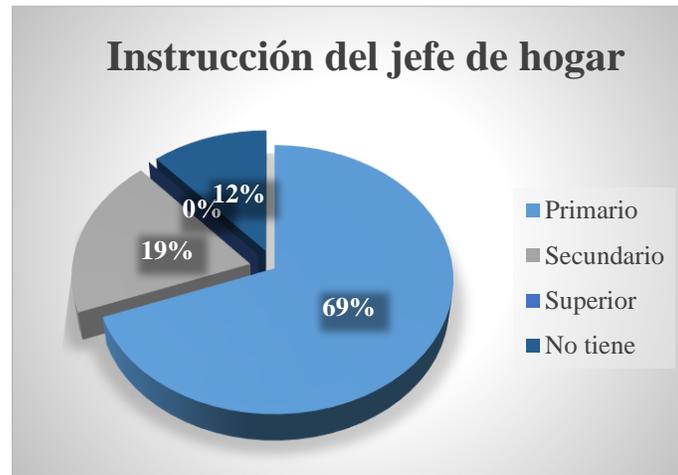
Figura 1-21: Uso de vivienda



Fuente: (Autora)

La economía ha sido un obstáculo para que los jefes de hogar puedan acceder a una buena educación, cada uno desde edades tempranas se dedicaron a la agricultura y ganadería para su sustento, poniendo los estudios de lado. En la comunidad de San José la totalidad de la población adulta no tiene estudios superiores, es un factor que ha impedido que la economía prospere, aunque ahora los jóvenes y niños que viven en la zona poseen más facilidades para tener una educación digna y de calidad (Figura 1-22).

Figura 1-22: Instrucción del jefe de hogar

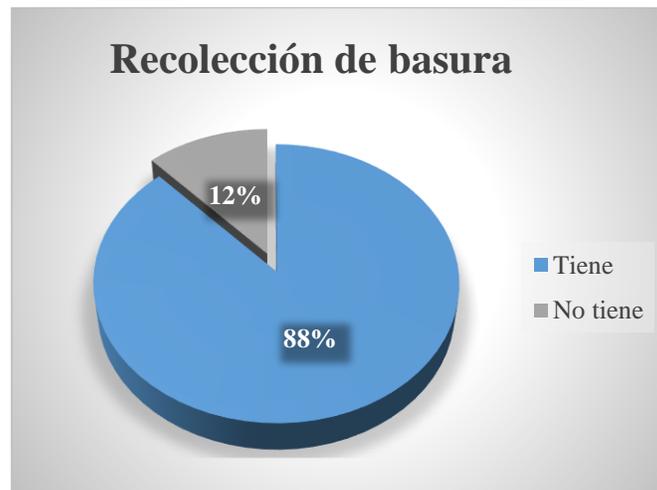


Fuente: (Autora)

1.3.3. Recolección de desechos sólidos

En las comunidades de Gordeleg y San José entre el 88% y 81% respectivamente de la población cuentan con el servicio de recolección de basura que está regulado por el GAD parroquial de Zhidmad, tan solo los lugares que están muy alejados de las zonas no forman parte del servicio (Figuras 1-23 y 1-24).

Figura 1-23: Recolección de basura en la comunidad de Gordeleg



Fuente: (Autora)

Figura 1-24: Recolección de basura en la comunidad de San José



Fuente: (Autora)

1.3.4. Vialidad

La parroquia Zhidmad está cruzada por vías de segundo orden, cuya capa de rodadura es de lastre y con un ancho promedio de 6m, mientras que la mayor parte de la vialidad parroquial está conformada por caminos vecinales cuya capa de rodadura en el mejor de los casos es lastre, en la tabla 1.7 se detalla la red vial parroquial. La red total vial es de 80,91 km (Equipo Consultor GAD ZHIDMAD, 2015).

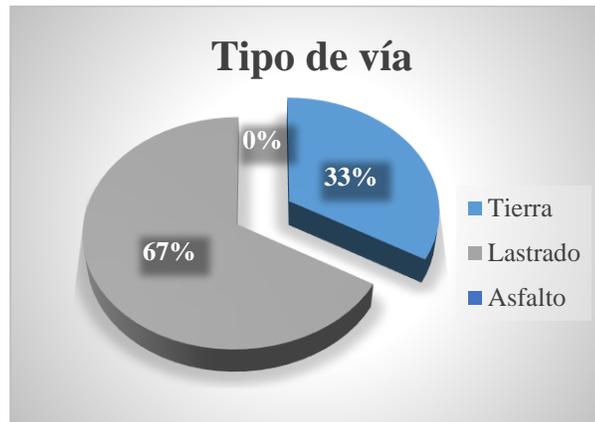
Tabla 1-7: Red vial de la parroquia Zhidmad

JERARQUIA VIAL	LONGITUD	CAPA DE RODADURA
Segundo Orden	8,76	LASTRE
Tercer Orden	38,44	LASTRE
Cuarto Orden	20,37	LASTRE
Cuarto Orden	11,77	TIERRA
Vías Urbanas	1,56	LASTRE
Total	80,91	

Fuente: (Conagopare, 2015)

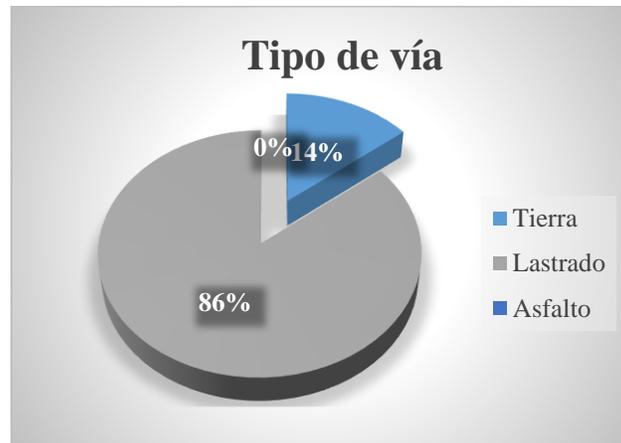
Las comunidades de Gordeleg y San José están conformadas por vías de cuarto orden, un 33% y 4% respectivamente son caminos de tierra, los caminos restantes son de lastre. El GAD parroquial de Zhidmad tiene planificado pavimentar la vía en la comunidad de Gordeleg en los meses de Abril-Junio del presente año para poder implementar en un futuro el alcantarillado pluvial (Figuras 1-25 y 1-26).

Figura 1-25: Tipo de vía en la comunidad de Gordeleg



Fuente: (Autora)

Figura 1-26: Tipo de vía en la comunidad de San José

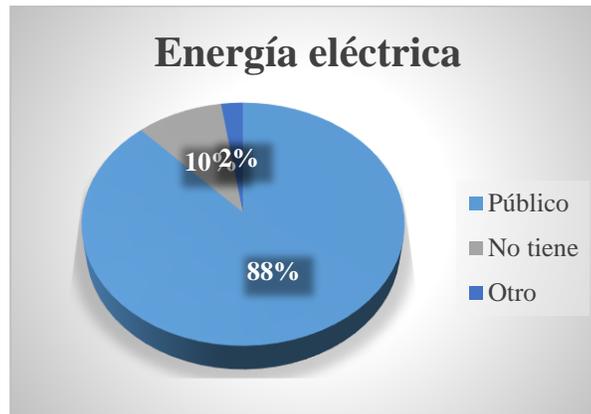


Fuente: (Autora)

1.3.5. Energía eléctrica

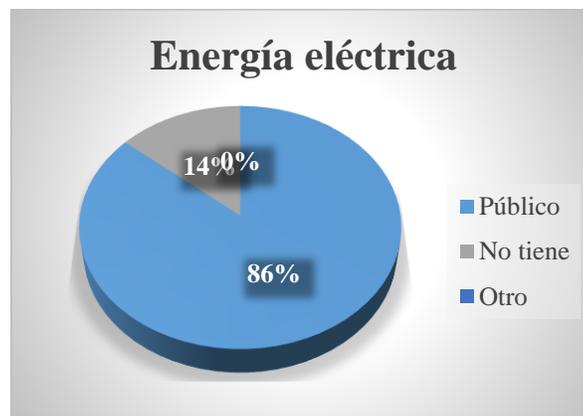
Desde el año 2015 la empresa eléctrica de servicio público expandió su cobertura a todas las comunidades de la parroquia Zhidmad, aunque en la comunidad de San José ya se disponía de energía eléctrica desde 1995 en las primeras casas que se construyeron en la zona, solo un mínimo porcentaje no dispone de este servicio (Figuras 1-27 y 1-28).

Figura 1-27: Energía eléctrica en la comunidad de Gordeleg



Fuente: (Autora)

Figura 1-28: Energía eléctrica en la comunidad de San José



Fuente: (Autora)

1.3.6. Servicios sanitarios

Las comunidades de Gordeleg y San José no disponen de una red de alcantarillado público, es por ello que a través del GAD parroquial de Zhidmad se ha desarrollado el presente proyecto para mejorar las condiciones del servicio sanitario a los habitantes. Es habitual, que la mayoría de las viviendas en estas comunidades posean fosas sépticas que no se encuentran en un estado apto para descargar las aguas servidas (Figuras 1-29 y 1-30).

Figura 1-29: Evacuación de aguas servidas en la comunidad de Gordeleg



Fuente: (Autora)

Figura 1-30: Evacuación de aguas servidas en la comunidad de San José



Fuente: (Autora)

Un alto porcentaje de la población en las dos comunidades cuenta con abastecimiento de agua, su consumo es por lo general potable y los habitantes que no poseen del servicio prefieren utilizar agua embotellada. El estado de las conexiones es regular, por lo que sería factible mejorarlo posteriormente (Figuras 1-31, 1-32, 1-33, 1-34, 1-35 y 1-36).

Figura 1-31: Abastecimiento de agua potable en la comunidad de Gordeleg



Fuente: (Autora)

Figura 1-32: Tipo de agua que utiliza la comunidad de Gordeleg



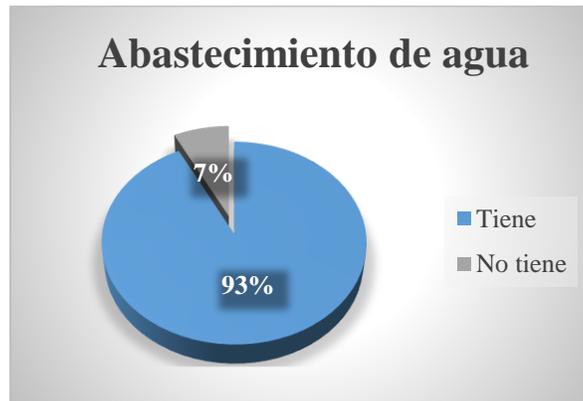
Fuente: (Autora)

Figura 1-33: Estado de conexión en la comunidad de Gordeleg



Fuente: (Autora)

Figura 1-34: Abastecimiento de agua en la comunidad de San José



Fuente: (Autora)

Figura 1-35: Tipo de agua que utiliza la comunidad de San José



Fuente: (Autora)

Figura 1-36: Estado de conexión domiciliar en la comunidad de San José



Fuente: (Autora)

1.4. Caracterización de las aguas residuales

1.4.1. Descripción general

Toda caracterización de las aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con las normas estándar que aseguren precisión y exactitud en los resultados (Romero Rojas, 1999). Existen varios parámetros físicos, químicos y biológicos que corresponden a las características que deben ser analizadas en un agua residual

1.4.2. Parámetros físicos para la caracterización de aguas residuales

Los parámetros físicos dan una idea aproximada de la calidad del agua residual, del proceso que se realiza y de los posibles problemas existentes en el tratamiento. Entre los parámetros físicos medibles, los principales son: la temperatura, los olores, la conductividad eléctrica y la turbidez (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010).

Temperatura: La temperatura es fundamental dentro de las aguas residuales, ya que actúa sobre las características del agua, su tratamiento, así como la disposición final; a más de ello afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto, la velocidad de las reacciones químicas y la actividad bacteriana. Las aguas residuales son más cálidas que las de abastecimiento y, en aguas de enfriamiento la polución térmica es significativa (Romero Rojas, 1999).

Olor: El olor de un agua residual fresca y bien tratada es inofensivo, razonablemente soportable, similar al del moho. Pero cuando el proceso de degradación de contaminantes se realiza en condiciones anaerobias existe una amplia gama de olores desagradables que son liberados (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010).

Turbidez: Se define a la turbidez de una muestra de agua, como una medida de la pérdida de su transparencia, ocasionada por el material particulado o en suspensión que arrastra la corriente de agua (Cárdenas León, 2005). Prácticamente, constituye una medida óptica del material suspendido en el agua, por lo general las aguas residuales crudas son turbias y las aguas residuales tratadas puede ser un factor importante de control de calidad (Romero Rojas, 1999).

Color: las aguas residuales domésticas frescas son generalmente de color gris y a medida que el agua envejece cambia a color gris oscuro y luego a negro. El color negro de las aguas residuales sépticas es producido principalmente por la formación de sulfuros metálicos (Romero Rojas, 1999).

1.4.3. Parámetros químicos para la caracterización de las aguas residuales

Acidez: La acidez de un agua es su capacidad cuantitativa de neutralizar una base fuerte a un pH de 8.2, la acidez se origina en la disolución de CO₂ atmosférico, en la oxidación biológica de la materia orgánica o en la descarga de aguas residuales industriales. Su efecto corrosivo en aguas residuales es de gran importancia, así como su posible efecto destructor o alterador de la flora y fauna de fuentes receptoras (Romero Rojas, 1999).

Ácido sulfhídrico: Es un producto de la descomposición anaerobia de las aguas residuales, la corrosión de las alcantarillas, está, relacionada con la producción de H₂S o con la cantidad de H₂S en la atmósfera; al exponer el agua residual a la atmósfera desprende H₂S y se detecta un claro olor ofensivo a huevo podrido (Romero Rojas, 1999).

Alcalinidad: la alcalinidad del agua es una medida de su capacidad de neutralizar ácidos, las aguas residuales domésticas son generalmente alcalinas, concentraciones de 50 – 200 mg/L-CaCO₃ son comunes. La alcalinidad puede generarse por hidróxidos, carbohidratos y bicarbonatos de elementos como el calcio, magnesio, sodio, potasio o de amonio, siendo la causa más común los bicarbonatos de calcio y magnesio (Romero Rojas, 1999).

1.4.4. Parámetros microbiológicos para la caracterización de aguas residuales

Bacterias: El crecimiento acelerado de bacterias es una respuesta a suministros ricos en nutrientes en las aguas residuales domésticas. Durante el período de rápida asimilación de nutrientes, la reproducción bacteriana alcanza su óptimo, después de entrar en el curso de agua con el agua residual, las bacterias se reproducen y llegan a ser abundantes alimentándose de la materia orgánica del vertido. Los protozoos, inicialmente pocos en número se alimentan de las bacterias. La población de bacterias va disminuyendo gradualmente, tanto por un proceso natural de mortalidad, como por servir de alimentación para los protozoos (Sette Ramalho, 2003).

Coliformes: Los organismos coliformes son bacterias en forma cilíndrica, presentes en el tracto intestinal humano. Una persona descarga entre 0.1 y 0.4 billones de organismos coliformes por día, además de otras especies de microorganismos. Los organismos coliformes no son en sí mismos perjudiciales y de hecho son interesantes para la degradación de la materia orgánica en los procesos de tratamiento, teniendo en cuenta que la población de estos microorganismos patógenos en las aguas residuales es pequeña y además difícil de localizar, se utiliza la presencia de organismos coliformes que son numerosos y fáciles de localizar como indicador de la presencia potencial de organismos patógenos (Sette Ramalho, 2003).

Virus en aguas residuales: En contraste con las bacterias, los virus no se encuentran normalmente en las heces del hombre. Están presentes solamente en el tracto gastrointestinal de individuos que han sido afectados. Acerca de los virus se sabe que, aún en bajas concentraciones, tienen la capacidad de causar infección o enfermedad. Las cantidades de virus encontradas en ambientes acuáticos son demasiado variables como para ser considerados buenos indicadores de contaminación acuática; hasta la fecha se conocen más de mil tipos de virus diferentes excretados por las heces, los cuales se clasifican en tres grupos: enterovirus, virus de hepatitis y virus de gastroenteritis (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010).

Tabla 1-8: Características epidemiológicas de los patógenos excretados

Microorganismos	Tamaño (mm)	Persistencia en el Medio Ambiente (20 - 30°C)	Resistencia a la desinfección con Cloro	Multiplicación fuera del huésped Humano
Bacterias	0,001 - 0,005	1 - 3 meses	No	No
Protozoos	0,005 - 0,01	< 30 días	Si	No
Virus	0,00001 - 0,0003	Meses	Si	No
Helmitas				Si

Fuente: (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

1.4.5. Medida de concentración de contaminantes en aguas residuales

Los contaminantes en las aguas residuales son normalmente una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos. Se han desarrollado una serie de métodos empíricos para evaluación de la concentración de contaminantes en aguas residuales, cuya aplicación no requiere un conocimiento completo de la composición química específica de las aguas residuales consideradas. Los métodos analíticos para contaminantes orgánicos se clasifican en dos grupos:

Grupo 1. Métodos de evaluación para la demanda de oxígeno

- Demanda teórica de oxígeno (DTeO)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Demanda total de oxígeno (DTO)

Grupo 2. Métodos para evaluación de parámetros de contenido en carbono

- Carbono orgánico teórico (COTe)
- Carbono orgánico total (COT) (Sette Ramalho, 2003).

Tabla 1-9: Características de las aguas residuales y fuentes de origen

Características físicas Sólidos Temperatura Color Olor	Suministro de agua, residuos industriales y domésticos Residuos industriales y domésticos Residuos industriales y domésticos Descomposición de residuos líquidos
Características químicas Orgánicos Proteínas Carbohidratos Aceites y grasas Tensoactivos Fenoles Pesticidas	Residuos comerciales y domésticos Residuos comerciales y domésticos Residuos comerciales, industriales y domésticos Residuos industriales y domésticos Residuos industriales y domésticos Residuos agrícolas
Inorgánicos pH Cloruros Nitrógeno Fósforo Azufre Tóxicos Metales pesados Gases Oxígeno Hidrógeno sulfurado Metano	Residuos industriales y domésticos Suministro de agua, residuos industriales e infiltraciones Residuos agrícolas y domésticos Residuos agrícolas. Industriales y domésticos Suministro de agua y residuos industriales Residuos industriales Residuos industriales Suministro de agua e infiltraciones Residuos domésticos Residuos domésticos
Características biológicas Virus Bacterias Protozoarios Nematodos	Residuos domésticos Residuos domésticos Residuos domésticos Residuos domésticos

Fuente: (Rojas, 2002)

CAPÍTULO II

2. CRITERIOS PARA EL DISEÑO

2.1. Tipo de sistema

En el desarrollo de las localidades, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía, como consecuencia se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Se requiere así un sistema de alcantarillado sanitario para conducir las aguas residuales que produce una población, incluyendo el comercio, los servicios y a la industria a su destino final (Comisión Nacional del Agua, 2009). Un sistema de alcantarillado es el conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales (OPS/CEPIS/05.169-UNATSABAR, 2005).

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales.

Sistemas convencionales: Los sistemas convencionales de alcantarillado son el método más popular para la recolección y conducción de las aguas residuales; está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento (OPS/CEPIS/05.169-UNATSABAR, 2005).

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

Alcantarillado separado: es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

- a) Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.
- b) Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

Alcantarillado combinado: conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales y las aguas lluvias

Sistemas no convencionales: Surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles que requieren de mayor definición y control en los parámetros de diseño, en especial del caudal mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener, su clasificación depende según el tipo de tecnología aplicada y en general se limita a la evacuación de las aguas residuales (Comisión Nacional del Agua, 2009).

De acuerdo con la topografía, tamaño y condiciones económicas, en las comunidades de Gordeleg y San José se realizará el diseño y construcción de un sistema convencional de alcantarillado (alcantarillado sanitario) destinado a la recolección de las aguas residuales de uso doméstico.

2.2. Áreas de aportación

Las áreas de aportación se obtienen al subdividir el área original del terreno con el objetivo de distribuir los caudales sanitarios y pluviales de manera equivalente a cada tramo de tubería, si la zona es relativamente plana y con manzanas sensiblemente cuadradas, la superficie de drenaje, para cada tubería, se obtiene trazando diagonales entre pozos de revisión.

En zonas planas y con manzanas rectangulares, se divide el rectángulo en dos mitades por los lados menores y luego se trazan rectas inclinadas de 45° desde las esquinas, teniendo como base los lados menores, para formar triángulos y trapecios como áreas de drenaje. Si se trata de una topografía irregular, es mejor realizar un análisis más detallado, mediante curvas de nivel para la determinación de las áreas de drenaje (Aranque & Montero, 2010).

2.3. Crecimiento poblacional

2.3.1. Población actual

Mediante una encuesta formulada a las comunidades de Gordeleg y San José se determinó el número de habitantes existentes, siendo 200 y 280 personas respectivamente, los datos recopilados figuran que en las zonas se encuentra un mayor número de población adulta.

Según la OPS (2005) además, se tendrá que tomar en cuenta que el número de habitantes por vivienda y la densidad de ocupación, generalmente, tienen relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad. En áreas de bajos ingresos como es el caso de las comunidades razón

del proyecto, el número medio de personas en una vivienda puede ser de 3.5 hab/vivienda, que en este caso se ha tomado 4 hab/vivienda.

2.3.2. Población futura

Es indispensable estimar la población futura que aportará al sistema de alcantarillado sanitario, en la etapa final del periodo de diseño, la misma que no debe superar 1.35 veces la población existente (CPE-INEN-005-9-2, 1997). La población futura se puede analizar mediante los siguientes métodos, que se muestran en la tabla 2.1:

Tabla 2-1: Métodos de proyección poblacional

Método	Fórmulas
Método geométrico	$Pf = Pa * (1 + r)^n$
Método aritmético	$Pf = Pa * (1 + r * n)$
Método exponencial	$Pf = Pa * e^{(r*n)}$

Fuente: (NORMA-CO-10.7-602)

En el presente proyecto se procederá a calcular la población futura mediante los métodos geométrico y aritmético en donde:

Pf: Población futura (habitantes)

Pa: Población actual (habitantes)

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal

n: Período de diseño (años)

La NORMA-CO-10.7-602 recomienda calcular la tasa de crecimiento poblacional, tomando como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios, si se carece de datos se podrá utilizar los índices de crecimiento geométrico descritos en la tabla 2.2.

Tabla 2-2: Tasas de crecimiento poblacional

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

Fuente: (NORMA-CO-10.7-602)

Tabla 2-3: Proyección de la población futura en la comunidad de Gordeleg

Población actual	n		Población (hab)	
	Número de Años	Año	Aritmético r= 1%	Geométrico r= 1%
200	0	2018	200	200
200	1	2019	202	202
200	2	2020	204	204
200	3	2021	206	206
200	4	2022	208	208
200	5	2023	210	210
200	6	2024	212	212
200	7	2025	214	214
200	8	2026	216	217
200	9	2027	218	219
200	10	2028	220	221
200	11	2029	222	223
200	12	2030	224	225
200	13	2031	226	228
200	14	2032	228	230
200	15	2033	230	232
200	16	2034	232	235
200	17	2035	234	237
200	18	2036	236	239
200	19	2037	238	242
200	20	2038	240	244

Fuente: (Autora)

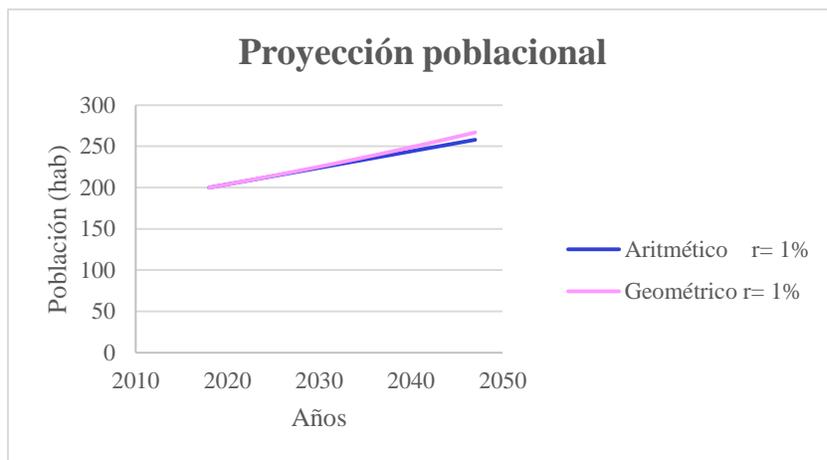


Ilustración 2.1: Proyección poblacional de la comunidad de Gordeleg

Fuente: (Autora)

Tabla 2-4: Proyección de la población futura en la comunidad de San José

Población actual	n	Año	Población (hab)	
	Número de Años		Aritmético r=1%	Geométrico r=1%
308	0	2018	308	308
308	1	2019	311	311
308	2	2020	314	314
308	3	2021	317	317
308	4	2022	320	321
308	5	2023	323	324
308	6	2024	326	327
308	7	2025	330	330
308	8	2026	333	334
308	9	2027	336	337
308	10	2028	339	340
308	11	2029	342	344
308	12	2030	345	347
308	13	2031	348	351
308	14	2032	351	354
308	15	2033	354	358
308	16	2034	357	361
308	17	2035	360	365
308	18	2036	363	368
308	19	2037	367	372
308	20	2038	370	376

Fuente: (Autora)

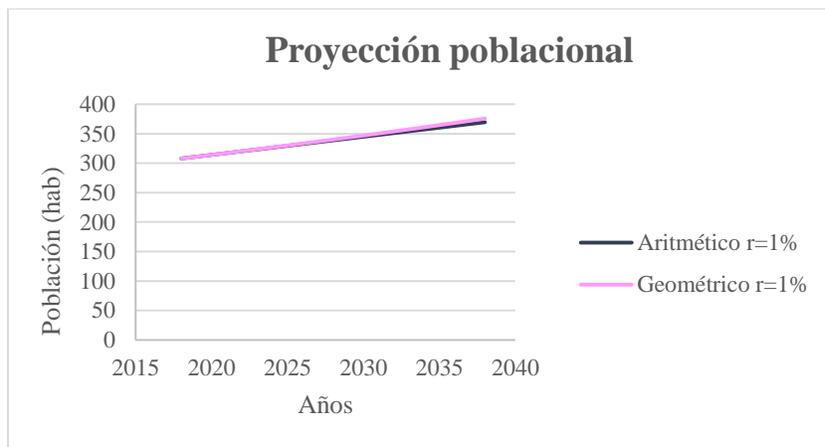


Ilustración 2.2: Proyección poblacional de la comunidad de San José

Fuente: (Autora)

2.3.3. Densidad poblacional

El cálculo de la densidad poblacional, que corresponde a las comunidades afines al proyecto, resulta al dividir la población que ocupa un área determinada, para la extensión de la misma, lo cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$D = \frac{P}{A} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

En donde:

D= Densidad Poblacional (hab/ha)

P= Población que ocupa un área determinada (hab)

A= Extensión de un área determinada (ha) (Bastidas & Medina, 2010).

2.4. Parámetros de diseño

2.4.1. Dotación

Los estimados de los flujos de aguas residuales provenientes de las viviendas se basa comúnmente en el consumo de agua de la familia, es por ello que habrá que definir la dotación de agua potable por habitante, que depende del clima, el tamaño de la población, características económicas, culturales e información sobre el consumo medido en la zona (OPS/CEPIS/05.169-UNATSABAR, 2005).

De acuerdo con la NORMA-CO-10.7-602, la dotación de agua se determina mediante el nivel de servicio al que corresponda, como se muestra en las tablas 2.6 Y 2.7.

Tabla 2-5: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP EE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
Ia	AP EE	Grifos públicos Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP EE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP ERL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa Sistema de alcantarillado sanitario

Simbología utilizada:
 AP: Agua potable
 EE: Eliminación de excretas
 ERL: Eliminación de residuos líquidos

Fuente: (NORMA-CO-10.7-602)

Tabla 2-6: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (l/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: (NORMA-CO-10.7-602)

El nivel de servicio adoptado para las comunidades de Gordeleg y San José es el IIb, es decir Agua potable mediante conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa, cuya eliminación de excretas se realiza a través del sistema de alcantarillado sanitario. Al contar con un nivel de servicio IIb y al ser la zona en la que se encuentran las comunidades parte de la región sierra, con su característico clima frío, la dotación apta para el desarrollo del proyecto es de 75 (l/hab*día).

2.4.2. Pendientes

Es indispensable establecer valores de pendientes mínimas en las tuberías y procurar en lo posible que las mismas sigan el perfil del terreno, para evitar la ejecución de excavaciones profundas que tendrán efectos adversos en los demás parámetros de diseño y principalmente en el costo del proyecto. En algunos diseños, en donde se tiene que realizar un proyecto con pendientes pronunciadas, es recomendable utilizar tuberías que resistan a velocidades fuertes.

Tabla 2-7: Pendientes mínimas de un alcantarillado

Díámetro (mm)	Pendientes (m/m)
200	0,004
250	0,003
300	0,0022
375	0,0015
450	0,0012

525	0,001
600	0,0009
675 y mayores	0,0008

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1977)

2.4.3. Profundidad

La profundidad de las tuberías de la red de alcantarillado debe ser tal que permita el desagüe por gravedad de las conexiones domiciliarias. Se deben evaluar las interferencias con otras tuberías de servicios públicos que, en determinados casos, limitan la pendiente de la red del alcantarillado. La profundidad mínima de la tubería debe ser de 1.2 m con respecto a la rasante de la calzada. Sin embargo en zonas verdes o de vías peatonales y de tráfico liviano, la profundidad mínima puede reducirse hasta 0.75 m. en terrenos planos, donde existen problemas de drenaje por la poca pendiente, es posible reducir la profundidad mínima teniendo en cuenta la seguridad estructural de la tubería, de acuerdo con el diseño de la zanja (López Cualla, 2003).

2.4.4. Velocidades

El escurrimiento hidráulico en los colectores de la red no debe permitir la sedimentación de materia orgánica en el interior de dichos colectores ni tampoco su erosión. Por consiguiente, la velocidad mínima de diseño para alcantarillados convencionales que transportan aguas residuales de uso doméstico será de 0.45 m/s. en caso de existir ciertos tramos iniciales de la red, en los que, dado el caudal, no se puede cumplir con la velocidad mínima, deberá incluirse en las recomendaciones de operación y mantenimiento un plan específico para realizar la limpieza periódica de estos tramos de la red, y para el caso de la velocidad en tuberías y canales que formen parte de la captación no deberá ser inferior a 0.6 m/s (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

Cualquiera que sea el material de la tubería, la velocidad máxima no debe sobrepasar el límite de 5.0 m/s para evitar la abrasión de la tubería. Para el cálculo de la velocidad existen dos modelos utilizados que son el de Chezy o el de Manning, pero para este tipo de proyectos comúnmente se opta por la ecuación de Manning en flujo uniforme, es decir las características de flujo son constantes en tiempo y espacio (López Cualla, 2003).

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

$$R = \frac{D}{4} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

En donde:

V: velocidad media en la sección (m/s)

R: radio hidráulico para la sección a tubo lleno (m)

D: diámetro de la sección

S: pendiente de la línea de energía (m/m)

n: coeficiente de rugosidad de Manning (López Cualla, 2003).

Tabla 2-8: Coeficiente de rugosidad de Manning para alcantarillados

Material de la tubería	Coefficiente de rugosidad, n
Conductos cerrados	
Asbesto-cemento	0,011 - 0,015
Concreto interior liso	0,011 - 0,015
Concreto interior rugoso	0,015 - 0,017
Arcilla vitrificada, gres	0,011 - 0,015
PVC y fibra de vidrio	0,010 - 0,015
Metal corrugado	0,022 - 0,026
Canales abiertos	
Revestimiento en ladrillo	0,012 - 0,018
Revestimiento en concreto	0,011 - 0,020
Revestimiento rip-rap	0,020 - 0,035
Sin revestimiento	0,018 - 0,035

Fuente: (López Cualla, 2003)

2.4.5. Diámetros de tubería

Para dimensionar las tuberías de un alcantarillado, es importante asumir el flujo uniforme y permanente, ya que la lámina de agua es paralela al fondo de la tubería y la velocidad es constante a lo largo del trayecto, es decir, que la línea de energía es paralela a la lámina de agua; aquello se puede adoptar para el diseño de tuberías con diámetros inferiores a 600mm. Cuando se trata de tuberías superiores a 900mm se debe aplicar el diseño para flujo no uniforme y permanente, las tuberías con diámetros entre 600 y 900mm se diseñan para flujo uniforme, pero es conveniente revisar el diseño para flujo gradualmente variado (López Cualla, 2003).

El diámetro mínimo que deberá usarse en la red de colectores de un alcantarillado sanitario es de 200mm, si se trata de poblaciones pequeñas o alcantarillados unificados se puede reducir hasta 150mm como diámetro mínimo. El resto de tuberías se diseñarán dependiendo de la capacidad hidráulica necesaria (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

2.4.6. Tipos de tubería

Existen varios tipos de tuberías que pueden ser utilizadas en un alcantarillado sanitario, cuya característica fundamental al momento del diseño es el material que las compone, ya que para su selección hay que tomar en cuenta características como resistencia estructural, instalación, capacidad de conducción, facilidad de mantenimiento, el costo debe ser el más accesible, características del agua y suelo, etc. Se puede encontrar tuberías de fibrocemento, acero, hormigón, poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), poli cloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad, pero en nuestro medio las más utilizadas son de hormigón y PVC.

Tubería de hormigón: Las tuberías de hormigón poseen alta resistencia mecánica y son menos costosas en el mercado, tienen una vida útil de 10 años y se encuentran con altos niveles de infiltración, pueden deteriorarse por aceites, sulfatos y el paso de las aguas residuales. Ejecutar una obra con este tipo de tuberías es muy complicado al momento de la instalación, a más de ello la mano de obra incide mucho en el costo.

Tubería de PVC: Las tuberías de PVC se fabrican a partir de resinas de PVC, estabilizantes, lubricantes y colorantes, debiendo estar exentas de plastificantes y cargas, los diámetros nominales coinciden aproximadamente con los diámetros exteriores. Comercialmente las tuberías se suministran en longitudes de 5 m, para los diámetros de 16 a 63 mm t en longitudes de 6 m, para diámetros de 75 mm en adelante (Cañadas Martínez, 1993). Son tuberías ligeras con una vida útil de 50 años, son de fácil instalación y tienen gran resistencia a la corrosión, su costo es más alto al compararlo con las tuberías de hormigón, pero posee características que hacen que el costo sea un parámetro secundario.

Para el presente proyecto, cuyo objeto es la actualización del alcantarillado sanitario en las comunidades de Gordeleg y San José se ha optado por la tubería de PVC, ya que cumple con todos los parámetros de diseño y es la más factible en cuanto al costo, instalación, mantenimiento y operación.

Las tuberías se clasifican en:

- Laterales o iniciales: Reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
- Secundarias: Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- Colector secundario: Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.
- Colector principal: Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.
- Emisario final: Conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua, como un río, un lago o el mar.
- Interceptor: Es un colector colocado paralelamente a un río o canal (López Cualla, 2003).

2.4.7. Aguas de infiltración

La infiltración es la entrada del agua que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo, la misma que produce el caudal de infiltración a través de las uniones entre tramos de tuberías, de fisuras del tubo y en la unión con las estructuras de conexión como los pozos de inspección, este aporte adicional se estima con base a las características de permeabilidad del suelo en el que se ha de construir el alcantarillado sanitario. Se expresa por metro lineal de tubería o por su equivalente en hectáreas de área drenada (López Cualla, 2003). Si no se cuenta con toda la información de campo requerida, se puede utilizar los valores de la tabla 2.10.

Tabla 2-9: Aporte de infiltración por longitud de tubería

Condiciones	Infiltración (L/s*km)		
	Alta	Media	Baja
Tuberías existentes	4	3	2
Tuberías nuevas con unión de:			
Cemento	3	2	1
Caucho	1,5	1	0,5

Fuente: (López Cualla, 2003)

El diseño el caudal de infiltración tendrá el valor 1 l/s*km, ya que se va a instalar tuberías nuevas con uniones de cemento, cuya infiltración en la zona es baja.

2.4.8. Aguas ilícitas

Las aguas ilícitas en un alcantarillado sanitario es el aporte de caudal por conexiones erradas, que proviene en especial de las conexiones que equivocadamente se hacen de las aguas lluvias domiciliarias y de conexiones clandestinas, si se subestima este parámetro puede traer consecuencias a la población, debido a que en el momento de presentarse precipitaciones extremas es posible que sobrepase la capacidad de transporte del colector y las aguas residuales diluidas salgan a la superficie a través de los pozos o de las mismas conexiones domiciliarias. (López Cualla, 2003).

$$Q_{ilícitas} = \frac{P_f * D}{86400} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

En donde:

Q ilícitas: Caudal de aguas ilícitas (l/s)

Pf: Población futura (hab)

D= Dotación (l/hab*día)

En todos los proyectos de alcantarillado sanitario aplicados en la provincia del Azuay, se usa el valor de 115 l/hab*día para el cálculo del caudal de aguas ilícitas, que corresponde a la dotación existente en la ciudad de cuenca, la cual se estima de acuerdo a estudios realizados por Etapa Ep.

2.4.9. Periodo de diseño

El período de diseño de una obra civil, es el número de años durante los cuales una obra determinada ha de prestar con eficiencia el servicio para el que se diseñó, se debe considerar varios factores determinantes como vida útil de las estructuras, ampliaciones futuras, planeación de las etapas de construcción, cambios en el desarrollo social y económico de la población, comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando con toda su capacidad, los cuales servirán para la selección de un periodo de diseño adecuado (López Cualla, 2003).

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se deben diseñar para un período de 20 años, teniendo en cuenta que el período de diseño involucra el tiempo de construcción y puesta en marcha de los sistemas, el que varía entre uno y dos años

(CPE-INEN-005-9-2, 1997). De acuerdo con todos los parámetros nombrados anteriormente y la presente norma, para el desarrollo del proyecto se ha establecido un periodo de diseño de 20 años, ya que se trata de un sistema de disposición de residuos líquidos.

2.5. Caudales de diseño

El caudal de diseño corresponde a la suma de los caudales: doméstico, industrial, comercial e institucional, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas u ilícitas. Debe calcularse para las condiciones finales del proyecto, situación para la cual se ha de dimensionar el sistema, y para las condiciones iniciales en las que se verifican los parámetros de funcionamiento hidráulico previamente dimensionado. El caudal de diseño mínimo para cualquier colector debe ser 1.5 L/s (López Cualla, 2003).

2.5.1. Caudal medio diario

El aporte medio diario al alcantarillado sanitario resulta de sumar los aportes domésticos con los industriales, comerciales e institucionales a que haya lugar. Se obtienen tanto para el período final del proyecto como para el inicial (López Cualla, 2003).

Según la Norma CPE-INEN-005-9-2 (1997), el caudal medio diario se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_m = f * \frac{P * D}{86400} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

En donde:

Q_m= Caudal medio (l/s)

f= Factor de fugas

P= Población al final del período de diseño

D= Dotación futura (l/hab-día)

Tabla 2-10: Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

Fuente: (CPE-INEN-005-9-2, 1997)

2.5.2. Caudal máximo diario

La Norma CPE-INEN-005-9-2 (1997) especifica que, para obtener el caudal máximo diario se debe utilizar un factor de mayoración máximo horario, el mismo que tiene un valor de 1.25, aplicado en la siguiente fórmula:

$$QMD = KMD * Qm \quad \text{Ecuación 2.6}$$

En donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

KMD= 1,25 (Factor de mayoración máximo diario)

Qm= Caudal medio (l/s)

En el cálculo del caudal de diseño se deberá dar mayor énfasis a la estimación de caudales de aguas ilícitas y a la estimación del caudal de aguas de infiltración, en base a las características pluviométricas de la zona, posición del nivel freático, el material de la tubería, entre otros (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

2.6. Calidad de aguas residuales

Es indispensable llevar un control de calidad de las aguas residuales mediante un riguroso análisis en conformidad con las normas establecidas, para asegurar que los resultados sean exactos y precisos. En la tabla 2.11 se establecen los límites permisibles para el control de calidad de las aguas residuales.

Tabla 2-11: Límites permisibles para el control de calidad de las aguas residuales

Parámetro	Límite Permissible
Materia Fecal (g)	135 - 270
Orina (kg)	1 - 1,3
Humedad %	66 - 80
pH	5,6 - 6,8
DBO (mg/L)	110 - 400
DQO (mg/L)	250 - 1000
Nitrógeno Orgánico (mg/L)	80 - 290
Fósforo Total (mg/L)	0,4 - 1,5
Sulfato (mg/L)	20 - 50
Grasas (mg/L)	50 - 150
Sólidos totales (mg/L)	350 - 1200

Fuente: (Romero Rojas, 1999)

De acuerdo con la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (2002), se debe tener en cuenta los criterios de calidad al efectuar la descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado, lo cual se observa en la tabla 2.12.

Tabla 2-12: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Temperatura	oC		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, 2002)

2.7. Necesidades de tratamiento

Las comunidades de Gordeleg y San José, no cuentan con la infraestructura apropiada para la evacuación de aguas residuales, ya que ésta se efectúa a través de fosas sépticas que se saturan especialmente en épocas de invierno; en consecuencia el medio ambiente y la población muestran riesgos de contaminación y afecciones a la salud respectivamente, impidiendo tener una forma de vida cómoda y alterando el desarrollo ambiental.

De acuerdo a datos estadísticos efectuados en las comunidades se espera que en los próximos años la población incremente, por lo que es preciso dotar de un sistema de alcantarillado para la evacuación de las aguas servidas.

Una comunidad debe contar con todos los servicios básicos necesarios que brinden confortabilidad a sus habitantes, para armonizar así su desarrollo e impulsar un ambiente saludable.

2.8. Sistema de tratamiento propuesto

Es indispensable que las comunidades afines al proyecto cuenten con un adecuado sistema de disposición, recolección y evacuación de las aguas residuales, es por ello que se realizará la actualización de la red de alcantarillado sanitario existente. Según la Norma CPE-INEN-005-9-2 (1997), al analizar los factores que intervienen en el diseño el diámetro mínimo de las tuberías de la red de alcantarillado será de 200 mm, cuyos pozos tendrán 1.5 m de profundidad como mínimo, ya que las vías de circulación están siendo pavimentadas.

Para poder tratar las aguas residuales, se implementara una planta de tratamiento, cuya función será disminuir la carga orgánica y la contaminación proveniente de patógenos. Para que la

planta de tratamiento tenga los resultados esperados se diseñara una fosa séptica de doble cámara y un filtro anaerobio de flujo ascendente.

2.9. Pozos y conexiones domiciliarias

Los pozos de revisión de un alcantarillado deberán colocarse de acuerdo con las cuatro esquinas o puntos de fácil reconocimiento y se medirá en el terreno la longitud y el diámetro de la tuberías que los unen, se debe complementar con la medición de la profundidad de los pozos y las cotas de las tuberías que llegan y salen del pozo (CPE-INEN-005-9-2, 1997). En un alcantarillado sanitario la distancia máxima entre dos pozos de revisión depende del diámetro de la tubería que los concreta; en la tabla a continuación se detalla las distancias máximas entre pozos.

Tabla 2-13: Distancias máximas entre pozos de revisión

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

Fuente: (CPE-INEN-005-9-2, 1997)

Las conexiones domiciliarias se hacen a partir de la red terciaria mediante una tubería denominada acometida, las conexiones consisten en una serie de elementos que permiten derivar el agua desde la red hacia el domicilio; de este punto en adelante, todas las obras son propiedad del dueño del predio (López Cualla, 2003). Las conexiones domiciliarias se realizarán con tubería de 100 mm de diámetro y con una pendiente mínima del 1%, además la conexión domiciliaria partirá desde una caja de revisión (CPE-INEN-005-9-2, 1997).

Tabla 2-14: Resumen de la red de alcantarillado sanitario para las comunidades de Gordeleg y San José

Resumen de la red de Alcantarillado Sanitario		
	San José	Gordeleg
# de pozos	40	34
# de conexiones domiciliarias	71	55
material	hormigón	hormigón

Fuente: (Autora)

Las tuberías de las conexiones domiciliarias para las dos comunidades serán de 100 mm de diámetro y con una pendiente mínima del 1%.

CAPÍTULO III

3. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

3.1. Actualización de la red

Al realizar varias inspecciones en las comunidades de San José y Gordeleg, se pudo determinar que la forma de evacuación de las aguas residuales se ha ido deteriorando drásticamente con el paso de los años, como se indicó en capítulos anteriores además el índice poblacional ha incrementado la necesidad de un sistema de evacuación de mejor calidad.

Las redes existentes en las dos comunidades pasan por el eje de la vía principal, brindando servicio a las viviendas que se encuentran en dicha vía. Para actualizar la red se ha considerado que en la comunidad de Gordeleg se está ejecutando la pavimentación de la vía principal, por lo que el diseño de la red se ha trazado siguiendo los bordes de la vía pavimentada, además se ha ajustado de acuerdo a las condiciones físicas de la población y la topografía.

Para el diseño de la red de alcantarillado en la comunidad de San José, se optó por que siga el eje de la vía principal, además de ello se consideró la distribución de viviendas y número de habitantes que han incrementado en relación con la red existente.

La profundidad de las tuberías de la red de alcantarillado debe ser tal que permita el desagüe por gravedad de las conexiones domiciliarias. Se deben evaluar las interferencias con otras tuberías de servicios públicos que, en determinados casos, limitan la pendiente de la red de alcantarillado (López Cualla, 2003).

El material de diseño para las tuberías de la red es PVC, ya que al ser una comunidad pequeña las distancias son cortas y la topografía de la zona no es accidentada, el diámetro más apropiado para su dimensionamiento es de 200 mm, porque cumple con la cantidad de habitantes en las zonas.

Las pendientes son mayores al 1% y las velocidades cumplen con el rango permitido, excepto en un tramo que corresponde a la comunidad de Gordeleg, cuya pendiente y velocidad es menor, al existir el cruce de un puente. Todo el diseño se ha regido a la Norma CPE-INEN-005-9-2 (1997).

3.2. Actualización de pozos de revisión y obras especiales

Los pozos de revisión se han implementado para realizar una limpieza e inspección adecuada, además permiten el acceso desde las calles hacia la red de alcantarillado, en el diseño establecido se han colocado pozos de revisión en cada cambio de pendiente y cambios de dirección, los mismos que han aumentado con respecto a los pozos existentes. Las distancias que hay entre los pozos de revisión son menores o iguales a 100 m.

La abertura con la cual se han diseñado los pozos es de 0.6 m y el diámetro del cuerpo del pozo será de 0.9 m. Los pozos se ubicarán de tal manera que no permita el paso del agua lluvia, cuyas tapas son de hierro fundido y aseguradas mediante pernos; además de ello se ha dispuesto de canales en los pozos, para asegurar el paso adecuado del agua.

Para realizar la limpieza e inspección es necesario que el trabajador pueda acceder con facilidad al pozo de revisión, para lo cual con respecto a la Norma CPE-INEN-005-9-2 (1997), se debe evitar en lo posible descargar libremente el agua de una alcantarilla poco profunda hacia un pozo más profundo, cuya altura máxima de descarga será de 0.6 m.

La tubería que pasa por el puente de la vía principal en la comunidad de Gordeleg se soporta a través de una viga metálica que evita cualquier tipo de alteración que emite el puente hacia la tubería, se ha dispuesto de una pendiente del 0.6% que respeta todos los parámetros de diseño.

Las conexiones domiciliarias tienen como punto de partida una caja de revisión, cuya sección es de 0.6 x 0.6 m, con el fin de poder ejecutar los trabajos de limpieza y su profundidad irá dependiendo del caso que se tenga. Todos los detalles constructivos de los pozos de revisión y la viga metálica están detallados en el ANEXO 2 y 3

3.3. Sistema de alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de San José y Gordeleg está destinado a la recolección, transporte y disposición de las aguas residuales, con el fin de que la población mejore los servicios existentes.

El diseño se ha realizado con relación a varios parámetros descritos en las tablas a continuación.

Tabla 3-1: Parámetros y criterios de diseño de Alcantarillado Sanitario para la comunidad de Gordeleg

PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO			
DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población actual	Pa	hab	220
Tasa de crecimiento poblacional	r	%	1
Periodo de diseño	n	años	20
Población futura	Pf	hab	268
Área de aportación	A	ha	5,73
Densidad Poblacional	Dp	hab/ha	47
Dotación	Dot	lt/hab*dia	75
Profundidad mínima de las tuberías	h	m	1,5
Velocidad mínima	Vmin	m/s	0,45
Velocidad máxima	Vmax	m/s	4,5
Coefficiente de rugosidad	n	adim.	0,011
Pendiente mínima	S	%	1
Diámetro mínimo	D min	mm	200
Caudal diseño mínimo	Qd min	l/s	1,5
Factor de retorno	f	adim.	0,8
Caudal de aguas ilícitas	Qil	l/hab*dia	115
Caudal de infiltración	Qinf	l/s*km	1
Máxima altura/diámetro	H/D	adim.	0,8
Máxima relación caudales	Qr/Qc	adim.	1

Fuente: (Autora)

Tabla 3-2: Parámetros y criterios de diseño de Alcantarillado sanitario para la comunidad de San José

PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO			
DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Población actual	Pa	hab	390
Tasa de crecimiento poblacional	r	%	1
Periodo de diseño	n	años	20
Población futura	Pf	hab	476
Área de aportación	A	ha	6,72
Densidad Poblacional	Dp	hab/ha	51
Dotación	Dot	lt/hab*dia	75
Profundidad mínima de las tuberías	h	m	1,2
Velocidad mínima	Vmin	m/s	0,45
Velocidad máxima	Vmax	m/s	4,5
Coefficiente de rugosidad	n	adim.	0,011
Pendiente mínima	S	%	1
Diámetro mínimo	D min	mm	200

Caudal diseño mínimo	Qd min	l/s	1,5
Factor de retorno	f	adim.	0,8
Caudal de aguas ilícitas	Qil	l/hab*día	115
Caudal de infiltración	Qinf	l/s*km	1
Máxima altura/diámetro	H/D	adim.	0,8
Máxima relación caudales	Qr/Qc	adim.	1

Fuente: (Autora)

La población en la comunidades de Gordeleg y San José es pequeña, por esta razón el diámetro con el que se realizó el diseño de las tuberías es el mínimo, como se indicó anteriormente cumple con todos los parámetros establecidos para que el alcantarillado mantenga su vida útil hasta el final del proyecto.

Como se indica en la tabla 3-1 el caudal mínimo de diseño es de 1.5 l/s, el cual debe verificarse cuando el aporte de los demás caudales como el de infiltración, aguas ilícitas, etc sea mayor; es importante tomar en cuenta el factor de retorno para poder determinar la cantidad de agua que no es devuelta al alcantarillado desde el domicilio, cuyo valor se ha tomado como referencia el utilizado en la ciudad de Cuenca que es de 0.8.

El sistema de alcantarillado para las comunidades constituye un beneficio para evacuar de mejor manera las aguas residuales, cuya disposición final será en la planta de tratamiento respectiva para cada comunidad. Debe darse un mantenimiento adecuado al sistema para evitar problemas posteriores.

Los planos en planta y perfil de la red de alcantarillado sanitario de las comunidades de San José y Gordeleg, están detallados en los ANEXOS 4 y 5 respectivamente.

El programa utilizado para determinar la población, caudales, velocidades, cotas de los pozos, etc es el de Microsoft Excel, en el mismo se detalla toda la información correspondiente a los cálculos de la red de alcantarillado sanitario de las comunidades de San José y Gordeleg, se puede observar en los ANEXOS 6 y 7.

3.4. Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

Una vez que se utiliza el agua, ya sea por actividades agrícolas, domésticas, industriales se debe tratar la misma a través de una planta de tratamiento que permite reutilizar el agua para varios fines, el agua residual es la que se encuentra contaminada y al darle un tratamiento adecuado, logra un beneficio tanto a la salud de las personas y al medio ambiente.

Para asegurar la eficacia del tratamiento se debe realizar la caracterización de las aguas residuales, seleccionar el tratamiento óptimo que genere costos mínimos, ya que según Rojas (2002), el determinante más importante en la selección del sistema de tratamiento lo constituyen la naturaleza del agua residual cruda y los requerimientos de uso o disposición del efluente. Además para que el sistema de tratamiento funcione sin complicaciones, la operación y mantenimiento deben ser esenciales.

Tratamiento primario

El tratamiento primario se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, bien directamente o pasando por una neutralización u homogenización (Sette Ramalho, 2003). Existen varios métodos como cribado, sedimentación, floculación, neutralización y homogenización para el tratamiento primario de las aguas residuales

Fosa séptica

Este sistema se usa con mayor frecuencia para adecuar el agua residual con el fin de dispersarla en el subsuelo mediante campos de arena o procesos biológicos convencionales, se construye en materiales impermeables como concreto, fibra de vidrio, acero, pino californiano y polietileno (Romero Rojas, 1999). El lugar en el cual se coloque debe ser de tal manera que su mantenimiento y limpieza sea adecuado, además es preferible que se utilice fosas sépticas de cámaras múltiples.

Fosa séptica de doble cámara

En una fosa séptica de doble cámara, el primer compartimento se utiliza para la sedimentación, digestión del fango y almacenamiento de éste. El segundo compartimento proporciona una sedimentación y capacidad de almacenamiento de fango adicional y, por tanto, sirve para proteger contra la descarga de fango u otro material que pueda escaparse de la primera cámara.

Como se indicó en capítulos anteriores el tratamiento de las aguas residuales para las comunidades de Gordeleg y San José será mediante una fosa séptica de doble cámara, cuyo diseño es el siguiente:

Volumen de la fosa séptica

De acuerdo a la Norma Brasileña NB-41/81, el volumen útil se determina con la siguiente fórmula:

$$V = 1.30 * N(C * T + 100 * L_f) \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Gordeleg

Tabla 3-3: Parámetros de diseño de la fosa séptica para la comunidad de Gordeleg

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Número de habitantes	N	hab.	269
Producción aguas residuales por persona	C	lt/hab*día	60.00
Producción aguas residuales TOTAL	C _T	lt/día	16,140
Tiempo de retención adoptado	T	días	0.50
Contribución de lodos frescos	L _f	lt/hab*día	1.00
Relación Largo/ancho	L/b	adim.	3.00
Profundidad del tanque	h	m	2.20
Altura libre	h _s	m	0.30

Fuente: (Autora)

$$V = 1,30 * 269 * (60 * 0.5 + 100 * 1)$$

$$V = 45,461 \text{ lts}$$

$$V = 45.46 \text{ m}^3$$

Tabla 3-4: Dimensiones mínimas de la fosa para la comunidad de Gordeleg

DIMENSIONES MINIMAS DE LA FOSA		
Ancho interno mínimo	b = 0,80m	
Profundidad útil mínima	h = 1,20m	
Relación:	2 <= L/b <= 4	
El ancho interno no debe ser mayor que 2 veces la profundidad útil		
El ancho de cámara b <= L		
La relación de las longitudes de la cámara		
L ₁ =	2/3 * L	Cámara No.1
L ₂ =	1/3 * L	Cámara No.2
El orificio para el paso de las dos cámaras deben estar ubicado a 2/3 h		
Los bordes superiores de estos orificios deben ser localizados a una distancia de 0.30m por debajo de la superficie del líquido		
El área de la sección transversal del orificio debe ser estar entre 5 y 10% de la sección transversal útil.		

Fuente: (Autora)

Entonces con los valores obtenidos y con base en la tabla 3.4 se han determinado las dimensiones de la fosa séptica para la comunidad de Gordeleg, las cuales son las siguientes:

Volumen: 45.46 m³

Ancho: 2.60 m

Largo: 7.80 m

Profundidad: 2.20 m

Volumen Real: 44.62 m³

Longitudes de las cámaras

$$L1 = 2/3 * L = 5.20 \text{ m}$$

$$L2 = 2/3 * L = 2.60 \text{ m}$$

Orificio para el paso de las 2 cámaras

$$2/3 * h = 1.40 \text{ m}$$

Área de la sección transversal del orificio

Se asume un porcentaje del 10%

$$A_t = 0.572 \text{ m}^2$$

$$a = 0.30 \text{ m}$$

$$b = 1.91 \text{ m}$$

Eficiencia de remoción

La eficiencia de remoción de DBO y Coliformes Fecales en esta unidad se asume en un 25% y los sólidos suspendidos se mantienen

Tabla 3-5: Parámetros medios de calidad del agua residual de la comunidad de Gordeleg

PARAMETROS	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR AFLUENTE	VALOR EFLUENTE
Carga orgánica por habitante	CO _h	grDBO/(hab.dia)	45.00	33.75
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/lt	150.00	112.50
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/lt	200.00	200.00
Coliformes Fecales	CF	cf/100ml	1.00E+07	7.50E+06

Fuente: (Autora)

San José

Tabla 3-6: Parámetros de diseño de la fosa séptica para la comunidad de San José

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
-----------------	---------	--------	-------

Número de habitantes	N	hab.	376
Producción aguas residuales por persona	C	lt/hab*día	60.00
Producción aguas residuales TOTAL	C_T	lt/día	22,560
Tiempo de retención adoptado	T	días	0.50
Contribución de lodos frescos	L_f	lt/hab*día	1.00
Relación Largo/ancho	L/b	adim.	3.00
Profundidad del tanque	h	m	2.20
Altura libre	h_s	m	0.30

Fuente: (Autora)

$$V = 1,30 * 376 * (60 * 0.5 + 100 * 1)$$

$$V = 63,544 \text{ lts}$$

$$V = 63.54 \text{ m}^3$$

Tabla 3-7: Dimensiones mínimas de la fosa para la comunidad de San José

DIMENSIONES MINIMAS DE LA FOSA		
Ancho interno mínimo	b = 0,80m	
Profundidad útil mínima	h = 1,20m	
Relación:	2 <= L/b <= 4	
El ancho interno no debe ser mayor que 2 veces la profundidad útil		
El ancho de cámara	b <= L	
La relación de las longitudes de la cámara		
L₁ =	2/3 * L	Cámara No.1
L₂ =	1/3 * L	Cámara No.2
El orificio para el paso de las dos cámaras deben estar ubicado a 2/3 h		
Los bordes superiores de estos orificios deben ser localizados a una distancia de 0.30m por debajo de la superficie del líquido		
El área de la sección transversal del orificio debe ser estar entre 5 y 10% de la sección transversal útil.		

Fuente: (Autora)

Entonces con los valores obtenidos y con base en la tabla 3.7 se han determinado las dimensiones de la fosa séptica para la comunidad de San José, las cuales son las siguientes:

Volumen: 63.54 m³

Ancho: 3.10 m

Largo: 9.30 m

Profundidad: 2.20 m

Volumen Real: 63.43 m³

Longitudes de las cámaras

$$L1 = 2/3 * L = 6.20 \text{ m}$$

$$L2 = 2/3 * L = 3.10 \text{ m}$$

Orificio para el paso de las 2 cámaras

$$2/3 * h = 1.40 \text{ m}$$

Área de la sección transversal del orificio

Se asume un porcentaje del 10%

$$A_t = 0.682 \text{ m}^2$$

$$a = 0.30 \text{ m}$$

$$b = 2.27 \text{ m}$$

Eficiencia de remoción

La eficiencia de remoción de DBO y Coliformes Fecales en esta unidad se asume en un 25% y los sólidos suspendidos se mantienen.

Tabla 3-8: Parámetros medios de calidad del agua residual para la comunidad de San José

PARAMETROS	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR AFLUENTE	VALOR EFLUENTE
Carga orgánica por habitante	CO _h	grDBO/(hab.dia)	45.00	33.75
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/l	150.00	112.50
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	200.00	200.00
Coliformes Fecales	CF	cf/100ml	1.00E+07	7.50E+06

Fuente: (Autora)

Tratamiento secundario

Involucra el tratamiento de aguas residuales que se realiza a través de procesos biológicos convencionales tanto aerobios como anaerobios.

Filtro anaerobio de flujo ascensional

El filtro anaerobio está constituido por un tanque relleno de un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio. El agua residual es puesta en contacto con el crecimiento bacteriano anaerobio adherido al medio, consiguiendo que las bacterias sean retenidas en el efluente, para poder obtener tiempos de retención celular del orden de cien días (Romero Rojas, 1999).

Este sistema de tratamiento es sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbiana adherida y como el flujo es ascensional el riesgo de taponamiento es mínimo. El filtro usa como medio de soporte de crecimiento: piedras, anillos de plástico, colocados al azar. La mayor parte de la biomasa se acumula en los vacíos intersticiales existentes entre el medio, el cual permanece sumergido en el agua residual, permitiendo una concentración de biomasa alta y un efluente clarificado. Se incluye este tipo de filtro como tratamiento secundario para tratar las aguas residuales de las comunidades de San José y Gordeleg.

Carga orgánica del afluente

$$L = N * C_o \quad \text{Ecuación 3.2}$$

En donde:

N= Número de aportantes (hab)

Co= Carga orgánica por habitante (grDBO/día)

Volumen del filtro anaerobio

$$V = \frac{L}{L_v} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

En donde:

V= Volumen del filtro anaerobio m³

L= Carga orgánica afluente kgDBO/día

Lv= Carga orgánica volumétrica kgDBO/m³*día

Gordeleg

Tabla 3-9: Datos de diseño del filtro anaerobio para la comunidad de Gordeleg

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Numero de aportantes	N	hab	269
Carga orgánica por habitante	Co	grDBO/día	33.75
Carga orgánica volumétrica	Lv	kgDBO/m ³ *día	0.10
Altura del medio filtrante	h _m	m	1.25

Fuente: (Autora)

La carga volumétrica (Lv) está en el rango de 0.10 a 0.50 kgDBO/m³*día y la altura del lecho varía de 0.80 m a 1.25 m.

$$L = \frac{269 * 33.75}{1000} = 9.08 \text{ kgDBO/día}$$

$$V = \frac{9.08}{0.10} = 90.8 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del filtro anaerobio son las siguientes:

Volumen necesario= 90.80 m³

Profundidad (h)= 1.25 m

Área (A)= 72.64 m²

Área estándar= 80.00 m²

El área estándar constituye el área del tanque tipo de ferrocemento, el material granular a emplearse será grava triturada de tamaño efectivo entre 3/4" a 1.50" y el diámetro el tanque estándar debe estar en función del área del lecho bacteriano.

Tabla 3-10: Dimensiones del tanque de ferrocemento para la comunidad de Gordeleg

VOLUMEN m ³	TANQUE		CUPULA			PARED
	diámetro (m)	altura (m)	radio (m)	flecha (m)	espesor (cm)	espesor (cm)
100.00	7.30	2.50	6.50	1.12	2.80	5.20

Fuente: (Autora)

El volumen estándar del tanque de ferrocemento es de 100 m³ y la altura del tanque debe ser mayor que la altura del lecho bacteriano más una altura de seguridad.

Eficiencia de remoción

La eficiencia de remoción de DBO, SST y CF se encuentra alrededor del 70%.

Tabla 3-11: Parámetros para medir la eficiencia de remoción

PARAMETROS	SIMBOLO	UNIDAD	V.AFLUENTE	V.EFLUENTE
Demanda Bioquímica Oxígeno	DBO	mg/lit	112.50	33.75
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/lit	200.00	60.00
Coliformes Fecales	CF	cf/100ml	7.50E+06	2.25E+06

Fuente: (Autora)

San José

Tabla 3-12: Datos de diseño del filtro anaerobio para la comunidad de San José

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Numero de aportantes	N	hab	376
Carga orgánica por habitante	Co	grDBO/dia	33.75
Carga orgánica volumétrica	Lv	kgDBO/m ³ xdia	0.10

Altura del medio filtrante	h_m	m	1.25
----------------------------	----------------------	---	------

Fuente: (Autora)

La carga volumétrica (Lv) está en el rango de 0.10 a 0.50 kgDBO/m³*día y la altura del lecho varía de 0.80 m a 1.25 m.

$$L = \frac{375 * 33.75}{1000} = 12.69 \text{ kgDBO/día}$$

$$V = \frac{12.69}{0.10} = 126.9 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del filtro anaerobio son las siguientes:

Volumen necesario= 126.90 m³

Profundidad (h)= 1.25 m

Área (A)= 101.52 m²

Área estándar= 80.00 m²

El área estándar constituye el área del tanque tipo de ferrocemento, el material granular a emplearse será grava triturada de tamaño efectivo entre 3/4" a 1.50" y el diámetro el tanque estándar debe estar en función del área del lecho bacteriano.

Tabla 3-13: Dimensiones del tanque de ferrocemento para la comunidad de San José

VOLUMEN m ³	TANQUE		CUPULA			PARED
	diámetro (m)	altura (m)	radio (m)	flecha (m)	espesor (cm)	espesor (cm)
150.00	8.20	3.00	7.31	1.26	3.00	5.90

Fuente: (Autora)

El volumen estándar del tanque de ferrocemento es de 100 m³ y la altura del tanque debe ser mayor que la altura del lecho bacteriano más una altura de seguridad.

Eficiencia de remoción

La eficiencia de remoción de DBO, SST y CF se encuentra alrededor del 70%.

Tabla 3-14: Parámetros para medir la eficiencia de remoción

PARAMETROS	SIMBOLO	UNIDAD	V.AFLUENTE	V.EFLUENTE
Demanda Bioquímica Oxígeno	DBO	mg/lt	112.50	33.75
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/lt	200.00	60.00
Coliformes Fecales	CF	cf/100ml	7.50E+06	2.25E+06

Fuente: (Autora)

Los planos de la fosa séptica tanto en planta y perfil, el filtro anaerobio y los detalles constructivos se pueden observar en los ANEXOS 8 y 9.

CAPÍTULO IV

4. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES

4.1. Determinación de rubros

En cada proyecto de carácter constructivo intervienen actividades, materiales, así como operaciones que en conjunto conforman las partes en las que se divide una obra que en otros términos se las define como rubros, los mismos que deben tener sus respectivas especificaciones técnicas para fines de medición y pago.

Una vez realizado el diseño de la red de alcantarillado, la planta de tratamiento, la consideración de obras adicionales y señalización se han determinado los rubros que intervienen en el proyecto a fin para las comunidades de San José y Gordeleg.

Cada rubro se compone de un ítem con su respectiva unidad y son necesarios para determinar el presupuesto de la obra, entre los rubros que intervienen en el alcantarillado sanitario están: Replanteo y nivelación, excavación a mano, abatimiento del nivel freático, excavación mecánica, relleno compactado, tapado de zanjas, cargada de material, transporte de material, entibado discontinuo, pozos de revisión, encofrado recto, acero de refuerzo, hormigón simple, material de reposición y demás rubros necesarios para la planta de tratamiento, señalización y obras adicionales que se encuentran detallados más adelante.

4.2. Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios para la obra que se va a ejecutar en las comunidades de Gordeleg y San José depende de los materiales, mano de obra y equipo que se necesita en los rubros descritos anteriormente, para lo cual se ha utilizado la base de datos de Etapa que pertenece a la Ciudad de Cuenca y el programa Microsoft Excel para realizar los cálculos ANEXO 10.

4.3. Presupuesto referencial

El presupuesto para las comunidades de Gordeleg y San José se ha determinado de acuerdo con las cantidades de obra obtenidas del diseño efectuado en el programa CivilCad, el análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas con el fin de mejorar el rendimiento y evitar gastos adicionales.

Tabla 4-1: Presupuesto referencia del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Gordeleg

ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE GORDELEG					
Ítem	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unit	P. Total
1,00	ALCANTARILLADO SANITARIO				85.718,94
1,01	Replanteo	km	1,57	534,59	839,31
1,02	Nivelación	m	1.568,58	0,27	423,52
1,03	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	190,80	11,51	2.196,11
1,04	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	21,10	13,63	287,59
1,05	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	190,80	14,22	2.713,18
1,06	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	21,10	20,45	431,50
1,07	Abatimiento del nivel freático	Hora	100,00	6,53	653,00
1,08	Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad,	m3	63,60	23,08	1.467,89
1,09	Excavación mecánica en roca de 2 a 4 m, de profundidad,	m3	7,00	23,87	167,09
1,10	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1.017,70	3,89	3.958,85
1,11	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	112,60	4,60	517,96
1,12	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad,	m3	63,60	14,29	908,84
1,13	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 2 a 4 m de profundidad,	m3	7,00	16,18	113,26
1,14	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1.017,70	2,82	2.869,91
1,15	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	112,60	3,00	337,80
1,16	Relleno compactado	m3	2.492,30	4,39	10.941,20
1,17	Tapado de zanjas con maquina	m3	249,20	1,77	441,08
1,18	Tapado manual de zanjas	m3	27,70	4,38	121,33
1,19	Cargada de material a mano	m3	168,40	7,58	1.276,47
1,20	Cargada de Material a maquina	m3	1.515,60	1,14	1.727,78
1,21	Transporte de material hasta 5km	m3	1.684,00	2,42	4.075,28
1,22	Entibado Discontinuo	m2	444,09	9,97	4.427,56
1,23	Ins, Tubos de Hormigón D=200 mm, Tubería prefabricada	m	1.569,00	2,83	4.440,27
1,24	Pozo de revisión de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	24,00	347,50	8.340,00
1,25	Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	u	1,00	411,45	411,45
1,26	Pozo de revisión de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	9,00	471,68	4.245,12
1,27	Sum, Tubo de hormigón D=200 mm, Clase 1	m	1.569,00	5,90	9.257,10
1,28	Sum,-Ins, Perfilera metálica	Kg	389,86	3,06	1.192,97
1,29	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	75,14	13,18	990,35
1,30	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	363,38	2,10	763,10

1,31	Hormigón Simple 210 Kg/cm ²	m ³	2,18	150,44	328,56
1,32	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m ³	1.246,10	11,92	14.853,51
2,00	DOMICILIARIAS				11.472,51
2,01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m ³	79,53	11,51	915,39
2,02	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m ³	79,53	3,89	309,37
2,03	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m ³	68,17	2,82	192,24
2,04	Relleno compactado	m ³	204,51	4,39	897,80
2,05	Tapado de zanjas con maquina	m ³	20,45	1,77	36,20
2,06	Tapado manual de zanjas	m ³	2,27	4,38	9,94
2,07	Cargada de material a mano	m ³	16,12	7,58	122,19
2,08	Cargada de Material a maquina	m ³	145,06	1,14	165,37
2,09	Transporte de material hasta 5km	m ³	161,18	2,42	390,06
2,10	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m ³	113,62	11,92	1.354,35
2,11	Sum, Tubo de hormigón D=200 mm, Clase 1	m	440,00	5,90	2.596,00
2,12	Ins, Tubos de Hormigón D=200 mm, Tubería prefabricada	m	440,00	2,83	1.245,20
2,13	Pozo de revisión domiciliario TIL	u	55,00	58,88	3.238,40
3,00	FOSA SEPTICA				11.240,99
3,01	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m ³	30,37	2,82	85,64
3,02	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m ³	10,85	3,89	42,19
3,03	Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad,	m ³	2,17	23,08	50,07
3,04	Relleno compactado	m ³	14,33	4,39	62,89
3,05	Replanto de Piedra, e=20 cm	m ²	26,63	8,96	238,60
3,06	Hormigón Simple 140 Kg/cm ²	m ³	1,86	124,08	230,79
3,07	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m ²	161,81	13,18	2.132,66
3,08	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	2.283,11	2,10	4.794,54
3,09	Hormigón Simple 210 Kg/cm ²	m ³	22,47	150,44	3.380,35
3,10	Sum, Tubería PVC D=110 mm	m	16,00	4,48	71,68
3,11	Colocación Tubería PVC Alcant. D=110 mm	m	16,00	0,58	9,28
3,12	Sum, Codo PVC D=110 mm 90 grad,	u	8,00	2,80	22,40
3,13	Colocación Acc PVC sin anclajes, D=110 mm	u	8,00	6,25	50,00
3,14	Sum, Codo PVC E/C D=50 mm 90 grad.	u	8,00	5,02	40,16
3,15	Sum, Tee PVC D=50 mm	u	4,00	2,25	9,00
3,16	Colocación Acc PVC sin anclajes, D= 50 mm	u	8,00	2,15	17,20
3,17	Sum, Tubería PVC D= 50 mm	m	2,00	1,77	3,54
3,18	Colocación Tubería PVC Alcant. D= 50 mm	m	2,00	0,48	0,96
4,00	FILTRO ANAEROBIO				18.416,92
4,01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m ³	70,10	11,51	806,85
4,02	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	45,00	9,72	437,40
4,03	Suministro y colocación de material granular (Grava)	m ³	3,38	26,50	89,57

4,04	Sum, y colocación Arena (Lecho de secado)	m3	0,68	28,69	19,51
4,05	Mamostería de Piedra con mortero 1:3	m3	1,03	101,46	104,50
4,06	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	51,50	8,01	412,52
4,07	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	6,18	150,44	929,72
4,08	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R257	m2	51,50	7,21	371,32
4,09	Sum,-Ins, Malla hexagonal 5/8	m2	570,40	6,45	3.679,08
4,10	Sum,-Ins, Malla cuadrada 25x25 h=47,5 cm	m2	92,00	8,35	768,20
4,11	Mortero Cemento:Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	3,66	214,25	784,16
4,12	Sum,-Ins, Alambre galvanizado #12 en ferrocemento	kg	67,93	4,68	317,91
4,13	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	40,85	2,10	85,79
4,14	Encofrado Curvo	m2	57,33	14,75	845,62
4,15	Encofrado Tapa Tanque circular	m2	45,18	20,90	944,26
4,16	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	209,67	13,49	2.828,45
4,17	Sum, y colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	52,32	25,97	1.358,75
4,18	Revestimiento epóxico	m2.	9,04	24,04	217,32
4,19	Preparado y pintado de superficie	m2	45,18	4,01	181,17
4,20	Sum,-Ins, Tapa metálica	m2	1,00	141,91	141,91
4,21	Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m	57,33	30,89	1.770,92
4,22	Sum, Tubería PVC D=110 mm	m	12,00	4,48	53,76
4,23	Colocación Tubería PVC Alcant. D=110 mm	m	12,00	0,60	3,60
4,24	Sum, Tee PVC D=110 x 50 mm	u	20,00	33,78	675,60
4,25	Colocación Acc PVC sin anclajes, D=110 mm	u	20,00	6,25	125,00
4,26	Sum, Codo PVC D=50 mm 90 grad.	u	2,00	5,02	10,04
4,27	Sum, Tee PVC D=50 mm	u	1,00	2,25	2,25
4,28	Colocación Acc PVC sin anclajes, D= 50 mm	u	3,00	2,15	6,45
4,29	Sum,-Ins, Tapa metálica	m2	1,20	141,91	170,29
4,30	Preparado y pitado con pintura anticorrosiva	m2	20,00	3,21	64,20
4,31	Preparado y pintado de superficie	m2	20,00	4,01	80,20
4,32	Abatimiento del nivel freático	Hora	20,00	6,53	130,60
5,00	CERRAMIENTO Y OTRAS OBRAS ADICIONALES				5.072,22
5,01	Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	u	1,00	411,45	411,45
5,02	Sum, Tubería PVC D=160 mm	m	6,00	9,44	56,64
5,03	Colocación Tubería PVC Alcant. D=160 mm	m	6,00	0,60	3,60
5,04	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	6,60	11,51	75,97
5,05	Cerramiento h=2,0 m	m	36,00	90,32	3.251,52
5,06	Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2	4,00	48,45	193,80
5,07	Colocación y suministro de Alambre de púas	m	108,00	0,76	82,08
5,08	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	4,00	150,44	601,76
5,09	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	30,00	13,18	395,40
6,00	SEÑALIZACION				3.309,39
6,01	Trampa de sedimentos	u	3,00	93,20	279,60
6,02	Paso peatonal	m	6,00	36,49	218,94

6,03	Suministro de Señales	u	15,00	130,78	1.961,70
6,04	Suministro de Cintas	m	1.500,00	0,06	90,00
6,05	Suministro de Conos	u	15,00	26,21	393,15
6,06	Suministro de Malla de seguridad	m	150,00	2,44	366,00
SUBTOTAL					135.231,93
12 % DEL IVA					16.277,83
TOTAL PRESUPUESTO					151.459,76
Son:	CIENTO TREINTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS TRENTA Y UN CON 77/100 DÓLARES				

Fuente: (Autora)

Tabla 4-2: Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de la comunidad de San José

ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE SAN JOSÉ					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit	P. Total
1,00	ALCANTARILLADO SANITARIO				109.499,55
1,01	Replanteo	km	1,94	534,59	1.037,10
1,02	Nivelación	m	1.941,73	0,27	524,27
1,03	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	264,30	11,51	3.042,09
1,04	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	28,10	13,63	383,00
1,05	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	264,30	14,22	3.758,35
1,06	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	28,10	20,45	574,65
1,07	Abatimiento del nivel freático	Hora	120,00	6,53	783,60
1,08	Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad,	m3	88,10	23,08	2.033,35
1,09	Excavación mecánica en roca de 2 a 4 m, de profundidad,	m3	9,40	23,87	224,38
1,10	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1.409,70	3,89	5.483,73
1,11	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	149,80	4,60	689,08
1,12	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad,	m3	88,10	14,29	1.258,95
1,13	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 2 a 4 m de profundidad,	m3	9,40	16,18	152,09
1,14	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1.409,70	2,82	3.975,35
1,15	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	149,80	3,00	449,40
1,16	Relleno compactado	m3	3.414,60	4,39	14.990,09
1,17	Tapado de zanjas con maquina	m3	341,50	1,77	604,46
1,18	Tapado manual de zanjas	m3	37,90	4,38	166,00
1,19	Cargada de material a mano	m3	229,90	7,58	1.742,64
1,20	Cargada de Material a maquina	m3	2.068,90	1,14	2.358,55

1,21	Transporte de material hasta 5km	m3	2.298,80	2,42	5.563,10
1,22	Entibado Discontinuo	m2	708,08	9,97	7.059,55
1,23	Ins, Tubos de Hormigón D=200 mm, Tubería prefabricada	m	1.942,00	2,83	5.495,86
1,24	Pozo de revisión de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	25,00	347,50	8.687,50
1,25	Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	u	7,00	411,45	2.880,15
1,26	Pozo de revisión de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	8,00	471,68	3.773,44
1,27	Sum, Tubo de hormigón D=200 mm, Clase 1	m	1.942,00	5,90	11.457,80
1,28	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	1.707,30	11,92	20.351,02
2,00	DOMICILIARIAS				14.601,32
2,01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	101,22	11,51	1.165,04
2,02	Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad,	m3	0,00	23,08	0,00
2,03	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	101,22	3,89	393,75
2,04	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad,	m3	0,00	14,29	0,00
2,05	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	86,76	2,82	244,66
2,06	Relleno compactado	m3	260,29	4,39	1.142,67
2,07	Tapado de zanjas con maquina	m3	26,03	1,77	46,07
2,08	Tapado manual de zanjas	m3	2,89	4,38	12,66
2,09	Cargada de material a mano	m3	20,51	7,58	155,47
2,10	Cargada de Material a maquina	m3	184,61	1,14	210,46
2,11	Transporte de material hasta 5km	m3	205,12	2,42	496,39
2,12	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	144,61	11,92	1.723,75
2,13	Sum, Tubo de hormigón D=200 mm, Clase 1	m	560,00	5,90	3.304,00
2,14	Ins, Tubos de Hormigón D=200 mm, Tubería prefabricada	m	560,00	2,83	1.584,80
2,15	Pozo de revisión domiciliario TIL	u	70,00	58,88	4.121,60
3,00	FOSA SEPTICA				14.248,31
3,01	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	39,65	2,82	111,80
3,02	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	14,16	3,89	55,08
3,03	Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad,	m3	2,83	23,08	65,36
3,04	Relleno compactado	m3	16,65	4,39	73,08
3,05	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	36,06	8,96	323,10
3,06	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	2,52	124,08	312,68
3,07	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	195,14	13,18	2.571,95
3,08	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	2.960,22	2,10	6.216,46
3,09	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	28,41	150,44	4.274,34
3,10	Sum, Tubería PVC D=110 mm	m	20,00	4,48	89,60
3,11	Colocación Tubería PVC Alcant. D=110 mm	m	20,00	0,58	11,60

3,12	Sum, Codo PVC D=110 mm 90 grad,	u	8,00	2,80	22,40
3,13	Colocación Acc PVC sin anclajes, D=110 mm	u	8,00	6,25	50,00
3,14	Sum, Codo PVC E/C D=50 mm 90 grad.	u	8,00	5,02	40,16
3,15	Sum, Tee PVC D=50 mm	u	4,00	2,25	9,00
3,16	Colocación Acc PVC sin anclajes, D= 50 mm	u	8,00	2,15	17,20
3,17	Sum, Tubería PVC D= 50 mm	m	2,00	1,77	3,54
3,18	Colocación Tubería PVC Alcant. D= 50 mm	m	2,00	0,48	0,96
4,00	FILTRO ANAEROBIO				26.073,94
4,01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	85,83	11,51	987,90
4,02	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	50,00	9,72	486,00
4,03	Suministro y colocación de material granular (Grava)	m3	35,95	26,50	952,68
4,04	Sum. y colocación Arena (Lecho de secado)	m3	0,75	28,69	21,52
4,05	Mampostería de Piedra con mortero 1:3	m3	1,16	101,46	117,69
4,06	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	63,59	8,01	509,36
4,07	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	9,54	150,44	1.435,20
4,08	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R257	m2	63,59	7,21	458,48
4,09	Sum,-Ins, Malla hexagonal 5/8	m2	818,90	6,45	5.281,91
4,10	Sum,-Ins, Malla cuadrada 25x25 h=47,5 cm	m2	182,00	8,35	1.519,70
4,11	Mortero Cemento: Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	5,34	214,25	1.144,10
4,12	Sum,-Ins, Alambre galvanizado #12 en ferrocemento	kg	129,84	4,68	607,65
4,13	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	69,26	2,10	145,45
4,14	Encofrado Curvo	m2	77,28	14,75	1.139,88
4,15	Encofrado Tapa Tanque circular	m2	57,01	20,90	1.191,51
4,16	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	294,35	13,49	3.970,78
4,17	Sum, y colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	66,01	25,97	1.714,28
4,18	Revestimiento epóxico	m2.	11,40	24,04	274,06
4,19	Preparado y pintado de superficie	m2	57,01	4,01	228,61
4,20	Sum,-Ins, Tapa metálica	m2	1,00	141,91	141,91
4,21	Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m	77,28	30,89	2.387,18
4,22	Sum, Tubería PVC D=110 mm	m	12,00	4,48	53,76
4,23	Colocación Tubería PVC Alcant. D=110 mm	m	12,00	0,60	3,60
4,24	Sum, Tee PVC D=110 x 50 mm	u	20,00	33,78	675,60
4,25	Colocación Acc PVC sin anclajes, D=110 mm	u	20,00	6,25	125,00
4,26	Sum, Codo PVC D=50 mm 90 grad.	u	2,00	5,02	10,04
4,27	Sum, Tee PVC D=50 mm	u	1,00	2,25	2,25
4,28	Colocación Acc PVC sin anclajes, D= 50 mm	u	3,00	2,15	6,45
4,29	Sum,-Ins, Tapa metálica	m2	1,20	141,91	170,29
4,30	Preparado y pitado con pintura anticorrosiva	m2	25,00	3,21	80,25
4,31	Preparado y pintado de superficie	m2	25,00	4,01	100,25
4,32	Abatimiento del nivel freático	Hora	20,00	6,53	130,60
5,00	CERRAMIENTO Y OTRAS OBRAS ADICIONALES				6.801,30
5,01	Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	u	1,00	411,45	411,45
5,02	Sum, Tubería PVC D=160 mm	m	6,00	9,44	56,64

5,03	Colocación Tubería PVC Alcant. D=160 mm	m	6,00	0,60	3,60
5,04	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	6,60	11,51	75,97
5,05	Cerramiento h=2,0 m	m	50,00	90,32	4.516,00
5,06	Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2	4,00	48,45	193,80
5,07	Colocación y suministro de Alambre de púas	m	150,00	0,76	114,00
5,08	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	6,00	150,44	902,64
5,09	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	40,00	13,18	527,20
6,00	SEÑALIZACION				4.412,52
6,01	Trampa de sedimentos	u	4,00	93,20	372,80
6,02	Paso peatonal	m	8,00	36,49	291,92
6,03	Suministro de Señales	u	20,00	130,78	2.615,60
6,04	Suministro de Cintas	m	2.000,00	0,06	120,00
6,05	Suministro de Conos	u	20,00	26,21	524,20
6,06	Suministro de Malla de seguridad	m	200,00	2,44	488,00
SUBTOTAL					175.636,94
12 % DEL IVA					21.076,43
TOTAL PRESUPUESTO					196.713,37
Son:	CIENTO NOVENTA Y SEIS MIL SETESCIENTOS TRECE CON 37/100 DÓLARES				

Fuente: (Autora)

4.4. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas están basadas en las de Etapa, estas contienen todos los procedimientos, normas exigidas, medición y pago para realizar los trabajos en obra, que se observan en el ANEXO 11.

4.5. Cronograma de actividades y programación de trabajos

El proyecto de actualización del sistema de alcantarillado sanitario así como la planta de tratamiento en las comunidades de Gordeleg y San José, se pretende ejecutar en un tiempo de 150 días ordinarios en cada comunidad. El cronograma valorado para cada comunidad, lo cual se detalla en el ANEXO 12 y 13.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En el presente trabajo se realizó la actualización de los diseños de la red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para las comunidades de Gordeleg y San José, de la parroquia Zhidmad, perteneciente al Cantón Gualaceo, provincia del Azuay. A lo largo del documento se citan los criterios técnicos utilizados, las mejoras logradas, se muestran los cálculos realizados, en donde se justifican todos los parámetros adoptados y las dimensiones obtenidas.

Se recopiló y levantó la información de campo necesaria para la elaboración del proyecto, a través de visitas realizadas a las comunidades, con lo cual se pudo determinar los problemas que enfrenta la población, al no contar con un servicio de alcantarillado adecuado. Esta información incluye las características de las comunidades, encuestas socioeconómicas, datos topográficos, diseño vial, y levantamiento geo referenciado de los usuarios del proyecto necesarios para poder seleccionar un tipo de sistema viable que cubra con las necesidades de las comunidades.

Se realizó el diseño de los elementos de las redes de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento y dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema, acogiendo los criterios técnicos de la normativa vigente, para mejorar las condiciones sanitarias y ambientales de las comunidades, en base a la población existente y permitiendo que el proyecto cumpla con su vida útil hasta el final del periodo.

En la comunidad de Gordeleg, la red de alcantarillado está diseñada siguiendo los bordes de la vía principal y en la comunidad de San José el diseño se hizo a través del eje de la vía, esto es porque en la comunidad de Gordeleg mientras se ejecutaba el diseño se decidió pavimentar las vías. El material que compone las redes en las dos comunidades es PVC con un diámetro de 200 mm, ya que es una población pequeña.

Finalmente se ejecutó el presupuesto referencial para cada comunidad, el mismo que servirá de ayuda para el financiamiento de la obra, al mismo se anexa las especificaciones técnicas, análisis de precios unitarios y el cronograma para la construcción de los proyectos.

Recomendaciones

Se recomienda tomar en consideración todos los parámetros de cálculo indicados en el presente documento en caso de requerirse cualquier rediseño que signifique una extensión del proyecto, cambios en el trazado, o cambios en el emplazamiento de la red de alcantarillado o la planta de tratamiento.

Se recomienda actualizar los precios unitarios y cronogramas en caso de no poder ejecutarse las obras en el presente año.

Se recomienda contar con toda la información relacionada a obras adicionales que se realizarán en la zona que se ejecutará el proyecto, para evitar cambios posteriores e inconvenientes en el diseño.

Se recomienda atender de manera adecuada la operación del sistema, así como el mantenimiento del mismo para lograr que el proyecto cumpla con su vida útil.

Se recomienda que dentro de un periodo de 20 años se realicen nuevos diseños y estudios, ya que el proyecto no podrá funcionar adecuadamente porque la población se irá incrementando.

Finalmente se recomienda ejecutar el proyecto con el fin de atender a las comunidades de Gordeleg y San José con el servicio de alcantarillado, y que pueda asegurarse de esta forma la salud de las personas que viven en estos lugares.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranque, M., & Montero, J. (2010). Diseño del alcantarillado combinado para la Urbanización Sawgrass. Quito: Tesis de pregrado .
- Bastidas, D., & Medina, P. (2010). Estimación de la densidad poblacional de Ecuador continental. *Analítika*, 89-90.
- Cañadas Martínez, A. M. (1993). Hidráulica aplicada a proyectos de riego. Murcia: Universidad de Murcia.
- Cárdenas León, J. A. (2005). Calidad de aguas para estudiantes de ciencias ambientales. Bogotá: Universidad Distrital Francisco Jos de Caldas.
- Cartografía Temática PDYOT Parroquia Zhidmad. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Obtenido de <http://zhidmad.gob.ec/azuay/wp-content/uploads/2011/08/DEFINITIVO-DIAG-PDOT-ZHIDMAD.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2009). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conagopare. (2015). Conagopare Azuay. Obtenido de http://conagopareazuay.gob.ec/w30/?page_id=95
- CPE-INEN-005-9-2. (1997). Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. Código Ecuatoriano de la construcción para el diseño de instalaciones sanitarias .
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F., & Andrade, M. (2010). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Equipo Consultor GAD ZHIDMAD. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Obtenido de <http://zhidmad.gob.ec/azuay/wp-content/uploads/2011/08/DEFINITIVO-DIAG-PDOT-ZHIDMAD.pdf>
- INAMHI. (2014). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- INEC. (2010). Instituto nacional de estadísticas y censos. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Geográfico Militar. (2010). Geo Portal. Obtenido de <http://www.geoportalmg.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/>
- López Cualla, R. A. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de ingeniería.

- Mendieta Ocampo, J. A., & Valencia Céspedes, R. E. (2005). Cartografía básica aplicada. Colombia: Universidad de Caldas.
- Metcalf, L., & Eddy, H. P. (1977). Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Barcelona: Labor, s.a.
- Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. (2002).
- NORMA-CO-10.7-602. (s.f.). Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y recursos líquidos en el área rural. Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias .
- OPS/CEPIS/05.169-UNATSABAR. (2005). Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado . Lima.
- Rojas, R. (2002). Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 7.
- Romero Rojas, J. A. (1999). Tratamiento de aguas residuales. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sette Ramalho, R. (2003). Tratamiento de aguas residuales. Barcelona: REVERTÉ, S. A.
- Villarreal Morales, J. (2000). CUCUNUBÁ (Modelo para un Desarrollo Sostenible). Bogotá: Universidad de Bogotá.