

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA LA PARROQUIA DE TAMBILLO CENTRO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**LUIS CARLOS ARIAS ABARCA**

**luisarias1994@gmail.com**

**WILSON JAVIER PROAÑO PÉREZ**

**wilsonjavpp@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. LUIS ALEJANDRO MACHADO SALAZAR**

**alejandro.machado@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR: ING. LUIS ÁNGEL JARAMILLO SÁNCHEZ**

**luis.jaramillo@epn.edu.ec**

**Quito, Junio 2018**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Luis Carlos Arias Abarca y Wilson Javier Proaño Pérez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Luis Carlos Arias Abarca**

---

**Wilson Javier Proaño Pérez**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Carlos Arias Abarca y Wilson Javier Proaño Pérez, bajo nuestra supervisión.

---

**Ing. Alejandro Machado**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. Luis Jaramillo**  
**CODIRECTOR DEL PROYECTO**

## CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
CONTENIDO.....	IV
LISTA DE ECUACIONES.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	XII
CAPITULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3. ALCANCE.....	3
1.4. MARCO TEÓRICO.....	3
1.4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	3
1.4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
1.4.1.2. TOPOGRAFÍA Y RELIEVE.....	5
1.4.1.3. CLIMA LA ZONA DE ESTUDIO.....	5
1.4.2. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	5
1.4.3. CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	6
1.4.4. PERÍODO DE DISEÑO.....	6
1.4.5. POBLACIÓN DE DISEÑO.....	6
1.4.6. TIPOS DE POBLACIÓN.....	6
1.4.7. DOTACIÓN Y CONSUMO DE AGUA POTABLE.....	7
1.4.8. CAUDALES DE DISEÑO.....	9
1.5. MARCO LEGAL.....	12

1.5.1.	CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR .....	12
1.5.2.	LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA.....	13
1.5.3.	CODIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD) .....	13
1.5.4.	CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL .....	14
1.5.5.	LEY ORGÁNICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA .....	14
1.5.6.	TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA) .....	15
1.5.7.	CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS. CO 10.07 – 601. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.....	15
1.5.8.	TUBERÍA PLASTICA. TUBERÍA DE PVC RÍGIDO PARA USOS SANITARIOS EN SISTEMAS A GRAVEDAD. REQUISITOS .....	15
1.5.9.	TUBOS PERFILADOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS.....	16
CAPÍTULO 2.....		17
METODOLOGÍA .....		17
2.1.	DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA .....	17
2.1.1.	ENCUESTA SOCIOECONÓMICA .....	17
2.1.2.	CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	19
2.2.	MÉTODO DE DISEÑO PARA REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO ....	20
2.2.1.	CÁLCULO DE POBLACIÓN DE DISEÑO .....	20
2.3.	CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO .....	22
2.3.1.	PARTE SANITARIA (CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES) .....	22
2.3.2.	PARTE PLUVIAL (CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES) .....	25
2.4.	CAUDAL DE DISEÑO .....	28
2.5.	HIDRÁULICA DE CONDUCTOS Y BASES DE DISEÑO .....	28
2.5.1.	HIDRÁULICA DE ALCANTARILLAS .....	28

2.5.2.	RELACIONES HIDRÁULICAS FUNDAMENTALES .....	29
2.5.3.	RELACIONES HIDRÁULICAS (Q/Q), (V/V), Y (D/D).....	31
2.5.4.	VELOCIDADES EN LOS CONDUCTOS.....	33
2.5.4.1.	VELOCIDADES MÍNIMAS .....	33
2.5.4.2.	VELOCIDADES MÁXIMAS .....	34
2.6.	METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA RED .....	34
2.6.1.	POZOS DE REVISIÓN.....	34
2.6.2.	ÁREAS DE APORTACIÓN .....	35
2.6.3.	DIÁMETROS Y SECCIONES DE LAS ALCANTARILLAS.....	35
2.6.3.1.	TAMAÑOS COMERCIALES DE TUBERÍAS .....	35
2.6.3.2.	PROFUNDIDADES .....	36
2.7.	REGULARIZACIÓN AMBIENTAL .....	37
	CAPITULO 3.....	39
	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	39
3.1.	SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE .....	39
3.2.	RESULTADO Y DISCUSIÓN DE ENCUESTAS SOCIOECONÓMICAS .....	40
3.2.1.	INFORMACIÓN SOBRE LAS PERSONAS ENCUESTADAS.....	40
3.2.2.	INFORMACIÓN SOBRE LAS VIVIENDAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	41
3.2.3.	INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	44
3.2.4.	INFORMACIÓN SOBRE EL SANEAMIENTO .....	45
3.2.5.	INFORMACIÓN SOBRE EL ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	46
3.2.6.	INFORMACIÓN SOBRE LOS INGRESOS Y EGRESOS TOTALES.....	46
3.3.	DISEÑO DE LA RED.....	47
3.3.1.	DATOS PARA EL DISEÑO DE LA RED.....	47
3.3.2.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO DE TAMBILLO CENTRO.....	48
3.4.	PRESUPUESTO DEL SISTEMA.....	49
3.4.1.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....	49
3.4.2.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	50

3.5. FICHA AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	51
CAPÍTULO 4.....	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
CONCLUSIONES .....	86
RECOMENDACIONES.....	87
CAPÍTULO 5.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
CAPÍTULO 6.....	91
ANEXOS.....	91
ANEXO I: MODELO DE ENCUESTA SOCIOECONÓMICA.....	92
ANEXO II: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.....	93
ANEXO III: HOJA DE CÁLCULO .....	94
ANEXO IV: PRESUPUESTO DEL SISTEMA.....	95
ANEXO V: PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO DE LA PARROQUIA TAMBILLO CENTRO.....	96

## LISTA DE ECUACIONES

<b>ECUACIÓN 1.</b> CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	19
<b>ECUACIÓN 2.</b> CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA CON EL MÉTODO GEOMÉTRICO .....	20
<b>ECUACIÓN 3.</b> CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO ANUAL DE LA POBLACIÓN.....	21
<b>ECUACIÓN 4.</b> CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA CON EL MÉTODO ARITMÉTICO .....	21
<b>ECUACIÓN 5.</b> CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CRECIMIENTO ARITMÉTICO .....	21
<b>ECUACIÓN 6.</b> CÁLCULO DE LA POBLACIÓN PROYECTADA .....	22
<b>ECUACIÓN 7.</b> CAUDAL DE DISEÑO PARA LA PARTE SANITARIA.....	22
<b>ECUACIÓN 8.</b> CAUDAL MÁXIMO DE AGUAS SERVIDAS .....	23
<b>ECUACIÓN 9.</b> CAUDAL MEDIO PARA AGUAS SERVIDAS .....	23
<b>ECUACIÓN 10.</b> ECUACIÓN DE HERNÓN.....	24
<b>ECUACIÓN 11.</b> ECUACIÓN DE BABIT .....	24
<b>ECUACIÓN 12.</b> ECUACIÓN EX-IEOS.....	24
<b>ECUACIÓN 13.</b> CAUDAL MÁXIMO DE AGUAS DE INFILTRACIÓN .....	25
<b>ECUACIÓN 14.</b> CÁLCULO DEL CAUDAL PLUVIAL .....	25
<b>ECUACIÓN 15.</b> CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO .....	28
<b>ECUACIÓN 16.</b> ECUACIÓN DE MANNING .....	29
<b>ECUACIÓN 17.</b> CÁLCULO DEL CAUDAL.....	30
<b>ECUACIÓN 18.</b> CÁLCULO DE CAUDAL PARA UNA TUBERÍA PARCIALMENTE LLENA .....	30
<b>ECUACIÓN 19.</b> FÓRMULA DE MANNING PARA UNA TUBERÍA PARCIALMENTE LLENA .....	30
<b>ECUACIÓN 20.</b> CÁLCULO DE CAUDAL PARA UNA TUBERÍA COMPLETAMENTE LLENA .....	31
<b>ECUACIÓN 21.</b> RELACIÓN Q/Q .....	31
<b>ECUACIÓN 22.</b> RELACIÓN V/V .....	31
<b>ECUACIÓN 23.</b> FORMULA DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO .....	39



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN DE LA PARROQUIA TAMBILLO.....	4
FIGURA 2. TAMBILLO CENTRO (GOOGLE EARTH).....	4
FIGURA 3. NIVEL DE INSTRUCCIÓN DEL JEFE DEL HOGAR.....	40
FIGURA 4. ACTIVIDADES DEL JEFE DE FAMILIA.....	41
FIGURA 5. TIPO DE VIVIENDA.....	42
FIGURA 6. USO DEL INMUEBLE.....	42
FIGURA 7. TENENCIA DE LA VIVIENDA.....	43
FIGURA 8. SERVICIOS BÁSICOS DE LA VIVIENDA.....	43
FIGURA 9. ESTADO DE LA CALLE.....	44
FIGURA 10. ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	44
FIGURA 11. SERVICIO DE ALCANTARILLADO.....	45
FIGURA 12. PROBLEMAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	46
FIGURA 13. CALLE ELOY ALFARO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
FIGURA 14. SUMIDERO TAPONADO CON BASURA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
FIGURA 15. POZO DE LA CALLE CALOS BRITO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
FIGURA 16. BAJA A LA QUEBRADA LA CHORRERA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. DOTACIÓN DE AGUA DE UNA VIVIENDA PROMEDIO .....	7
TABLA 2. CAUDALES MEDIOS DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN INDUSTRIAL .	9
TABLA 3. CAUDALES MEDIOS DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN COMERCIAL	10
TABLA 4. CAUDALES MEDIOS DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN INSTITUCIONAL .....	11
TABLA 5. NIVEL DE CONFIANZA (Z) DEL 90 %.....	19
TABLA 6. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	20
TABLA 7. COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS .....	24
TABLA 8. VALORES DEL COEFICIENTE C DE ACUERDO AL TIPO DE ZONA .....	26
TABLA 9. ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA .....	27
TABLA 10. PERÍODOS DE RETORNO PARA DIFERENTES OCUPACIONES DEL ÁREA. .....	27
TABLA 11. RELACIONES HIDRÁULICAS PARA CONDUCTOS CIRCULARES DETERMINADAS PARA VALORES DE Q/Q.....	32
TABLA 11. RELACIONES HIDRÁULICAS PARA CONDUCTOS CIRCULARES DETERMINADAS PARA VALORES DE Q/Q. CONTINUACIÓN.....	33
TABLA 12. VELOCIDAD MÁXIMA EN RELACIÓN CON EL MATERIAL.....	34
TABLA 13. TAMAÑOS COMERCIALES DE TUBERÍAS DE EE. UU. ....	35
TABLA 14. PROFUNDIDAD MÍNIMA DE TUBERÍAS .....	36
TABLA 15. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL.....	47
TABLA 16. FORMATO DE HOJA DE CÁLCULO (PARTE 1).....	48
TABLA 17. FORMATO DE HOJA DE CÁLCULO (PARTE 2).....	49
TABLA 18. FORMATO DE HOJA DE CÁLCULO (PARTE 3).....	49
TABLA 19. FORMATO DE HOJA DE CÁLCULO (PARTE 4).....	49
TABLA 20. RUBROS MÁS IMPORTANTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO.....	50
TABLA 21. DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	51
TABLA 21. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. CONTINUACIÓN; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
TABLA 21. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. CONTINUACIÓN.....	54
TABLA 22. MARCO LEGAL PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO .....	54

<b>TABLA 22. MARCO LEGAL PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO. CONTINUACIÓN</b> .....	55
<b>TABLA 22. MARCO LEGAL PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO. CONTINUACIÓN</b> .....	56
<b>TABLA 22. MARCO LEGAL PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO. CONTINUACIÓN</b> .....	57
<b>TABLA 23. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b> .....	60
<b>TABLA 23. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. CONTINUACIÓN</b> .....	61
<b>TABLA 23. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. CONTINUACIÓN</b> .....	62
<b>TABLA 24. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES ....¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>TABLA 24. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES. CONTINUACIÓN</b> .....	69
<b>TABLA 24. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES. CONTINUACIÓN</b> .....	70
<b>TABLA 25. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS, PPM</b> .....	71
<b>TABLA 25. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS, PPM. CONTINUACIÓN</b> .....	72
<b>TABLA 25. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS, PPM. CONTINUACIÓN</b> .....	72
<b>TABLA 26. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS, PMD</b> .....	73
<b>TABLA 26. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS, PMD. CONTINUACIÓN</b> .....	74
<b>TABLA 27. PLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN, PCC</b> .....	75
<b>TABLA 28. PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS, PRC</b> .....	76
<b>TABLA 29. PLAN DE CONTINGENCIAS, PDC</b> .....	77
<b>TABLA 30. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, PSS</b> .....	78
<b>TABLA 31. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO, PMS</b> .....	79
<b>TABLA 32. PLAN DE REHABILITACIÓN, PRA</b> .....	80
<b>TABLA 33. PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA, PCA</b> .....	81
<b>TABLA 34. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO</b> .....	83
<b>TABLA 34. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO. CONTINUACIÓN</b> .....	84
<b>TABLA 35. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> .....	84
<b>TABLA 35. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. CONTINUACIÓN</b> .....	85

## RESUMEN

El presente proyecto plantea el diseño del sistema de alcantarillado combinado para la parroquia de Tambillo Centro, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, dentro de este se realizó visitas técnicas al barrio Tambillo Centro para visualizar el estado actual del proyecto, del mismo modo se recopiló información técnica de la siguiente documentación: 1) VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2) ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO PARROQUIAL DE TAMBILLO, 3) Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA-MEJIA, EP, 4) Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (INAMHI). Por otro lado, se calculó el caudal de descarga de aguas servidas del actual sistema de alcantarillado del Barrio Tambillo Centro, mediante el método volumétrico.

Para el desarrollo del presente diseño de alcantarillado combinado se consideró la norma técnica CO10.07-60: “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes” y bases de diseños proporcionados por “Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q”. Adicionalmente, se realizó encuestas socioeconómicas para establecer el estilo de vida y la situación económica de la población para determinar la viabilidad del proyecto mediante un presupuesto. Se desarrolló un modelo de ficha ambiental que consta de las principales actividades del proyecto e identifica de los aspectos e impactos socios ambientales generados por la implantación del mismo. A su vez, se realizó un plan de manejo ambiental para prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales generados por el presente proyecto.

**Palabras Claves:** Diseño, alcantarillado, hoja de cálculo, ficha ambiental.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillado son la solución para el desagüe de las aguas residuales, y desempeñan la función de recolección y transporte de los desechos líquidos de una población determinada. A su vez, estos brindan un incremento en la calidad de vida y la salud, porque representan una gestión eficiente en el saneamiento de una población. (Metcalf & Eddy, 2014).

Debido a la necesidad de un sistema de saneamiento, la población de la Parroquia Tambillo Centro del Cantón Mejía ha optado por la implementación de un sistema de alcantarillado sin una base técnica. Esto ha ocasionado inconvenientes como: inundaciones, taponamiento y fisuras en tuberías, cabe destacar que estos problemas, también se deben al crecimiento poblacional del sector, porque a mayor cantidad de personas, mayor cantidad de desechos. Por lo tanto, la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA-MEJIA, EP, se ha visto en la obligación de diseñar e implementar un sistema de alcantarillado combinado con normativas de construcción, ambientales y técnicas para esta zona.

Es así que, este proyecto se enfoca en el diseño de un sistema de alcantarillado combinado para la Parroquia de Tambillo Centro, siguiendo los lineamientos de diseños técnicos y considerando el crecimiento poblacional de la zona. Asimismo, se pretende generar un correcto procedimiento ambiental en cumplimiento con la legislación ambiental vigente.

### 1.1. Justificación

La Parroquia Tambillo tiene una extensión de 49,83 Km<sup>2</sup>, con una población de 8.319 habitantes según el censo poblacional del año 2010, distribuidos en 22 barrios, concentrando su mayor población en la cabecera parroquial. (Mejía, 2017)

Según los datos poblacionales obtenidos en el año 2001 la parroquia tenía una densidad poblacional de 131,87 hab/km<sup>2</sup> y en el año 2010 registró una densidad de 166,95 hab/km<sup>2</sup>. Esta densidad es muy dispersa a comparación del área de la parroquia ya que muchas

zonas son usadas para producción agrícola y hay mucho esparcimiento entre las zonas pobladas.

Esta parroquia está conformada por el centro poblado que corresponde a la cabecera parroquial constituida por el barrio Central y por 23 barrios alejados del mismo, los cuales son: Barrio El Capulí, barrio La Florida, barrio El Rosal, barrio La Merced, barrio Tambillo Viejo, barrio Tarqui, barrio Santa Rosa Baja, barrio 4 Esquinas del Belén, barrio El Belén, barrio El Murco, barrio La Estación, barrio La Joya, barrio La Matilde, barrio Obrero, barrio Paraíso, barrio Santa Elena, barrio Santa Elena de Pasochoa, barrio Sur, barrio Valle Hermoso I, barrio Valle Hermoso II, barrio Norte Cuatro Esquinas, barrio Miraflores y el barrio 20 de Julio. (Mejía, 2017)

Actualmente, el sistema de alcantarillado que se encuentra instalado en la parroquia de Tambillo Centro es un sistema implementado de manera improvisada hace más de 40 años, por ese motivo se diseña con base técnica y en base a normas de construcción y ambientales (INEN, 2015), un nuevo sistema de alcantarillado que es capaz de cumplir con los requisitos actuales para transportar la totalidad del caudal de aguas residuales que son generados día a día en la Parroquia.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema de alcantarillado combinado para la parroquia Tambillo Centro, cantón Mejía, provincia de Pichincha, para proveer a los habitantes de esta zona un adecuado sistema de recolección de aguas residuales, que contribuya a la mejora en la calidad de vida y salud de la población.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Realizar un levantamiento de información secundaria a través de visitas a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía (EPAA-MEJIA, EP), al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), para determinar las condiciones iniciales de las cuales partirá el diseño del proyecto.

Evaluar el sistema de alcantarillado que se encuentra construido en la parroquia Tambillo Centro, mediante visitas técnicas de campo y mediciones de caudales de descarga, para determinar el estado actual de la red de alcantarillado implementada en la parroquia.

Diseñar un sistema de alcantarillado combinado según norma técnica CO10.07-60: “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”, para la recolección de aguas residuales y pluviales en la Parroquia de Tambillo Centro, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

Realizar un diagnóstico económico del proyecto a través del cálculo del presupuesto y el cálculo del aporte por habitante, para determinar la viabilidad e implementación del proyecto.

Desarrollar la regularización ambiental del proyecto mediante la aplicación web del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), y obtener información necesaria para la gestión del trámite del registro ambiental del proyecto.

### **1.3. Alcance**

El presente proyecto de titulación tiene como alcance técnico el cálculo y diseño de un alcantarillado combinado para la parroquia Tambillo Centro del Cantón Mejía, basándose en normativas vigentes y adaptables a las condiciones del terreno. Así mismo, elaborar planos y perfiles longitudinales que favorecen en la construcción del proyecto.

Por otro lado, se realizó un presupuesto referencial con base al análisis de precios unitarios, el cual determinó la viabilidad e implementación del proyecto. Adicionalmente, se desarrolló una ficha ambiental que ayudó a considerar posibles impactos ambientales generados dentro del proyecto.

### **1.4. Marco Teórico**

#### **1.4.1. Descripción del área del proyecto**

La Parroquia Tambillo está situada en el Cantón Mejía de la Provincia de Pichincha, sus límites son, al Norte colinda con la Parroquia de Cutuglagua, al Sur con la Parroquia de Machachi, al Este bordea con las Parroquias de Uyumbicho y Rumipamba, por último, al

Oeste esta la Parroquia de Alóag (PDyOT, 2015). En la figura 1 se muestra el mapa de ubicación de la parroquia Tambillo.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la parroquia Tambillo  
**Fuente:** (PDyOT, 2015)

#### 1.4.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El diseño del sistema de alcantarillado combinado está ubicado en la Parroquia Tambillo Centro, las coordenadas geográficas del centro del proyecto fueron obtenidas con el sistema WGS84, estas son 773258.00 m E y 9955134.00 m S, situado a una altitud: 2768.43 msnm. En la figura 2 se observa el área en el cual se implementa el sistema de alcantarillado combinado de dicha parroquia.



**Figura 2.** Tambillo Centro (Google Earth)



#### **1.4.1.2. Topografía y relieve**

Tambillo se encuentra en un pequeño valle que es resultado del encuentro entre capas geotécnicas importantes como son la corteza oceánica y cordillera Occidental al Este y las rocas metamórficas de la cordillera real al Oeste; también se asienta en las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica. (PDyOT, 2015)

La parroquia posee un suelo altamente cultivable pero debido al avance de la frontera agrícola se ha producido la erosión del suelo, se puede encontrar en un gran porcentaje molisoles seguido de ultisoles. (PDyOT, 2015)

#### **1.4.1.3. Clima la zona de estudio**

En la Parroquia de Tambillo, las precipitaciones anuales promedio tienen un comportamiento de 1500 mm, los meses más lluviosos son septiembre y mayo mientras que los meses más secos son julio y agosto. La temperatura media anual es de 18,1 °C. (PDyOT, 2015)

#### **1.4.2. Sistemas de alcantarillado**

El sistema de alcantarillado es un conjunto de tuberías, pozos de revisión y obras complementarias para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas de lluvia en una planta de tratamiento o cuerpo receptor. (EMAAP-Q, 2009)

Los sistemas de alcantarillado pueden clasificarse en:

- ✓ **Sistema de alcantarillado único o combinado:** Sistema de obras que recolecta y conduce las aguas residuales y aguas pluviales por una misma tubería. (EMAAP-Q, 2009)
- ✓ **Sistema de alcantarillado parcialmente separado:** Sistema de obras que permite el ingreso de una ínfima parte de aguas pluviales al sistema de uso doméstico. (EMAAP-Q, 2009)
- ✓ **Sistema completamente separado:** Sistema de obras que conduce y dirige por tuberías independientes a las aguas residuales domésticas y pluviales. (EMAAP-Q, 2009)

### **1.4.3. Conexiones Domiciliarias**

Son aquellas conexiones encargadas del transporte de aguas residuales provenientes de viviendas o edificios hacia un alcantarillado común, estas conexiones suelen ser construidas a manera de criterio por parte de los propietarios de las viviendas lo cual conlleva problemas de mantenimiento (Kiely, 2010).

En la actualidad se han establecido normativas para dichas conexiones: Según las normas EX - IEOS, el diámetro en sistemas sanitarios no debe superar los 100 mm y para sistemas pluviales 150 mm, además la profundidad no deberá superar los 0,80 m a una pendiente mínima del 2% con un empate de 45° entre tuberías.

### **1.4.4. Período de Diseño**

Se comprende como período de diseño al tiempo o número de años establecidos entre el inicio del funcionamiento de una obra, hasta que por razones de uso y crecimiento poblacional esta culmine con su funcionamiento de manera eficiente. (Lopez, 2010)

### **1.4.5. Población de Diseño**

Para realizar una estimación poblacional futura es necesario tener una visión acerca del crecimiento, volumen y distribución de un territorio, de la misma forma las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado, ya que influyen significativamente con la predicción acertada sobre su desarrollo en su futuro. Existen varias formas para determinar una población futura, esta se calcula a partir de censos, registros y encuestas, ya que poseen un alto grado de confiabilidad cuando las características socioeconómicas y políticas son estables. (Lopez, 2010)

### **1.4.6. Tipos de población**

- ✓ **Población Servida:** Esta población hace referencia al número de habitantes que son servidos por un sistema de evacuación y recolección de aguas residuales. (Aguamarket, 2018)

- ✓ **Población Equivalente:** Es aquella población que representa un volumen determinado de un parámetro específico de residuos este puede ser DBO<sub>5</sub>, Sólidos en suspensión o caudal, los cuales suelen utilizarse en referencia a desechos industriales (Aguamarket, 2018)
- ✓ **Población Flotante:** La población flotante está compuesta por el número de habitantes que aún no se encuentran oficialmente inscritas en el censo de la población de la comunidad, pero estas frecuentan el área comprendida del proyecto. (Aguamarket, 2018)

#### 1.4.7. Dotación y consumo de agua potable

La dotación es la cantidad de agua asignada a una persona para satisfacer sus necesidades en un período de tiempo determinado y se expresa en términos de l/hab\*d, esta se encuentra condicionada por sus factores económicos y sociales (Metcalf & Eddy, 2014). La tabla 1 muestra valores típicos de dotación para una casa media.

**Tabla 1.** Dotación de agua de una vivienda promedio

Usos	Consumo (l/hab*d)
Aseo personal	45
Descarga de sanitarios	50
Lavado de ropa	30
Cocina	25
Riego de jardines	15
Lavado de pisos	5
Total Consumo	170

**Fuente:** (Metcalf & Eddy, 2014).

Por otro lado, el consumo de agua es el volumen total de agua utilizada por una persona al día. De acuerdo a la cantidad de agua se establecen diferentes tipos de consumo, entre los más típicos tenemos: zonas residenciales, zonas industriales, instalaciones públicas y de recreación (Metcalf & Eddy, 2014).

A continuación, se presentan ciertos factores que inciden directamente en el consumo de agua de una población:

- ✓ **Temperatura:** A mayor temperatura el consumo de agua es mayor. (Kiely, 2010)
- ✓ **Calidad del Agua:** Indiscutiblemente el consumo de agua será más provechoso mientras más clara este el agua, es decir, esta deberá proporcionar seguridad a las personas. (Metcalf & Eddy, 2014)
- ✓ **Características sociales y económicas:** El consumo de agua tiene que ver en gran parte con el nivel de ingresos y educación de una población, es decir, el consumo de agua será mayor en ciudades desarrolladas y menor en ciudades pequeñas. (Metcalf & Eddy, 2014).
- ✓ **Servicio de alcantarillado:** La disponibilidad de alcantarillado aumenta considerablemente el consumo de agua potable en comparación a otros sistemas de evacuación tales como: letrinas y disposición al aire libre. Un servicio de alcantarillado aumenta en 300 l/hab\*d en grandes ciudades y en pueblos pequeños en 40 l/hab\*d. (Carrasco, 2006)
- ✓ **Presión en la red de distribución de agua:** Debido a una alta presión en el sistema se pueden presentar tuberías rotas dentro de un domicilio o a su vez en la red del sistema, esto implica que el volumen de pérdidas de agua vaya en aumento (Carrasco, 2006).
- ✓ **Administración:** Una adecuada administración controla de manera eficiente el consumo de agua potable, desperdicios y vigila las conexiones clandestinas, reduciendo significativamente las pérdidas. (Carrasco, 2006)
- ✓ **Medidores y tarifas:** Al realizar la instalación de un sistema nuevo de acueducto, puede que no se instalen medidores y tampoco se establezcan tarifas, esto genera que con el tiempo el consumo de agua aumente drásticamente y al realizar la instalación de estos medidores y tarifas ocasione un impacto psicológico en los usuarios, lo cual termina en la disminución del consumo (Carrasco, 2006).

En síntesis, la dotación y el consumo de agua condicionan de manera directa la estimación de los caudales de aguas residuales de un proyecto debido a que estas influyen significativamente en el funcionamiento de la red sanitaria y su dimensión. (Metcalf & Eddy, 2014).

Dicho esto, el propósito de este análisis se enfoca en establecer caudales de aguas residuales idóneas para el funcionamiento del sistema de alcantarillado.

### 1.4.8. Caudales de Diseño

El caudal de diseño para el sistema de alcantarillado combinado está constituido por el caudal de aguas servidas (sanitario), caudal de infiltración y caudal pluvial. El caudal de aguas ilícitas no se consideró, ya que estas solo inciden en el diseño del alcantarillado sanitario, además estas ingresan directamente al sistema como aguas lluvias.

#### ✓ Caudal de aguas residuales

Para el caudal de las aguas residuales se considera lo siguiente:

#### CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES RESIDENCIALES

Se conoce como agua residual residencial al líquido que proviene de: lavabos, cocinas, sanitarios y lavanderías. En caso de pequeñas zonas residenciales es común determinar estos caudales por medio de densidad poblacional (Rojas, 2010). La tabla 2 detalla los caudales medios típicos de las aguas residuales:

**Tabla 2.** Caudales medios de aguas residuales de origen residencial

ORIGEN	UNIDAD	Caudal, l/unidad*día	
		INTERVALO	VALOR TIPICO
Apartamentos	Persona	200 - 340	260
Hotel por residencia	Residente	150 - 220	190
Casa media	Persona	190 – 350	280
Casa de la clase alta	Persona	250 – 400	310
Casa de lujo	Persona	300 – 550	380
Casa semi-moderna	Persona	100 – 250	200
Chalet de verano	Persona	100 – 240	190
Camping de caravanas	Persona	120 – 200	150

**Fuente:** (Metcalf & Eddy, 2014)

## CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DE ZONAS COMERCIALES

Según Metcalf & Eddy (2014), los caudales de aguas residuales de origen comercial se expresan en m<sup>3</sup>/Ha\*día, los cuales son datos comparativos de áreas existentes o proyectadas a un futuro próximo, además, estos pueden variar entre 14 a 1500 m<sup>3</sup>/Ha\*d. En la tabla 3 se presentan estimaciones de caudales procedentes de ciertas actividades comerciales:

**Tabla 3.** Caudales medios de aguas residuales de origen comercial

ORIGEN	UNIDAD	Caudal, l/unidad*día	
		INTERVALO	VALOR TIPICO
Aeropuerto	Pasajero	8 – 15	10
Estación de servicio	Vehículo Servido	30 – 50	40
	Empleado	35 – 60	50
Bar	Cliente	5 – 20	8
	Empleado	40 – 60	50
Hotel	Huésped	150 – 220	190
	Empleado	30 – 50	40
Edificios Industriales (Excluyendo industrial y cafetería )	Empleado	30 – 65	55
Lavandería	Maquina	1800 – 2600	2200
	Lavado	180 – 200	190
Motel	Persona	90 – 150	120
Motel con cocina	Persona	190 – 220	200
Oficina	Empleado	30 – 65	55
Restaurante	Comida	8 – 15	10
Pensión	Residente	90 – 190	150
Grandes Almacenes	Lavado	1600 – 2400	2000
	Empleado	30 – 50	40
Centro comercial	Plaza	2 – 8	4
	Empleado	30 – 50	40
	Empleado	30 – 50	40

Fuente: (Metcalf & Eddy, 2014)

## CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS

Las aguas residuales de instituciones públicas poseen una naturaleza netamente de carácter doméstica (Metcalf & Eddy, 2014). La tabla 4 muestra los valores típicos para aguas residuales de origen institucional:

**Tabla 4.** Caudales medios de aguas residuales de origen institucional

ORIGEN	UNIDAD	Caudal, L/unidad*día	
		INTERVALO	VALOR TÍPICO
Hospital	Cama	500 – 950	650
	Empleado	20 – 60	40
Hospital psiquiátrico	Cama	300 – 550	400
	Empleado	20 – 60	40
Cárcel	Presidiario	300 – 600	450
	Empleado	20 – 60	40
Casa de reposo	Residente	200 – 450	350
	Empleado	20 – 60	40
Colegio por día con cafetería, gimnasio y duchas	Estudiante	60 – 115	80
Colegio por día solo con cafetería	Estudiante	40 – 80	60
Colegio por día	Estudiante	20 – 65	40
Internado	Estudiante	200 – 400	280

**Fuente:** (Metcalf & Eddy, 2014)

## CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Las aguas residuales industriales son residuos líquidos provenientes de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice agua, además una mala disposición final ocasionaría problemas de contaminación a dicho sector (Rojas, 2010).

Por otra parte, el método de tratamiento, antes de verter estas aguas residuales al alcantarillado, varía según la actividad industrial y la concentración en horas, los cuales

son denominados caudales pico y causan saturación momentánea en los conductos de la red de alcantarillado. Para evitar dicho problema se puede implementar tanques de retención en la misma industria (Carrasco, 2006).

Dentro de la zona del proyecto se determinó la inexistencia de industrias, por lo cual este caudal no fue considerado para el diseño de alcantarillado.

#### ✓ **Caudal de aguas de infiltración**

Las aguas de infiltración ingresan al sistema de alcantarillado por medio de tuberías defectuosas, ya sea por fisuras, grietas o por defectos en las uniones, además estas aguas pueden generarse por la porosidad del suelo y aguas existentes en el nivel freático propio del suelo. (Rojas, 2010)

#### ✓ **Caudal pluvial**

Este caudal procede de las aguas lluvias, estas pueden ser descargadas sobre el suelo en el cual gran parte de estas son drenadas o escurridas por la superficie del terreno. (Rojas, 2010)

Existe una amplia gama de información sobre hidrología, escorrentía y topografía, lo cual ha llevado a desarrollar diferentes tipos de métodos para la determinación de dichos caudales. (Metcalf & Eddy, 2014)

## **1.5. Marco Legal**

Para mantener un control legal dentro del presente proyecto de titulación se empleó varias leyes y normativas teniendo en cuenta el orden jerárquico de aplicación de las normas dado por la Constitución de la República del Ecuador, 2008. A continuación se muestra los cuerpos legales y normativas aplicadas al proyecto de alcantarillado:

### **1.5.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR**

La Constitución de la República del Ecuador con Registro Oficial N° 449 del 20 de octubre de 2008, manifiesta lineamientos dirigidos al área ambiental y participación social para el proyecto de alcantarillado. Así, se tiene los artículos: 14, 32, 52, 53 y 66 que reconocen el



derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado con servicios de óptima calidad como es el saneamiento ambiental que garanticen el buen vivir. Por otro lado, los artículos: 314, 326, 395 y 398 señalan que, el Estado es responsable de proveer servicios públicos como el agua potable y saneamiento ambiental, sin ningún tipo de paralización. Así mismo, el Estado asegurará la participación ciudadana y valorará sus criterios. Los artículos mencionados están en relación con el proyecto de titulación, ya que el sistema de alcantarillado combinado contribuye a un ambiente sano y mejora la calidad de vida de la población de la Parroquia Tambillo.

### **1.5.2. LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA**

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua con Registro Oficial N° 305 del 06 de agosto de 2014, regula la gestión, preservación, conservación, uso y aprovechamiento del recurso agua comprendidos en el territorio nacional. Los artículos 9 y 18 del presente cuerpo legal, define que el Estado asignará de forma equitativa el presupuesto público para ejecución y prestación de servicios públicos, así también, establecerá mecanismos de coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) para el mismo fin. Mientras que los artículos 37 y 38 establecen que, la Autoridad Única del Agua no expedirá autorización de uso y aprovechamiento de aguas residuales en los casos que obstruyan, limiten o afecten la ejecución de proyectos de saneamiento. Dichos artículos se encuentran en relación con el proyecto de alcantarillado, debido a que este requiere de un presupuesto equitativo y acorde a la situación económica de la Parroquia Tambillo Centro.

### **1.5.3. CODIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)**

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización con Registro Oficial N° 303 del 19 de octubre de 2010, otorga competencias a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de provincias, municipios y parroquias, referentes al desarrollo y participación de proyectos en los sectores estratégicos. Los artículos 55, 568 y 583 precisan que los GADs municipales tendrán la obligación de prestar servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental, del mismo modo tendrá la

potestad de distribuir el costo de las obras de alcantarillado a los propietarios beneficiados. El artículo 136 establece que, los proyectos deberán obtener licenciamientos ambientales para garantizar el bienestar de los seres humanos. Los artículos descritos anteriormente están relacionados con el proyecto de titulación debido a que está desarrollado conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado de Tambillo, además se realizó el procedimiento previo a la obtención de un registro ambiental.

#### **1.5.4. CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL (COIP)**

El Código Orgánico Integral Penal Ambiental con Registro Oficial Suplemento N° 180 del 10 de febrero de 2014, tipifica conductas que perjudican los bienes jurídicos, así como, penaliza los delitos contra la biodiversidad y ambiente. El Artículo 251 del presente Art legal manifiesta que, a la persona que contraviniendo la normativa vigente, contamine o altere los recursos hidrobiológicos, será sancionada con una pena privativa de libertad, y el artículo 255 detalla que, la persona que emita o proporcione información falsa para el otorgamiento de permisos ambientales también será sancionada con una pena privativa de libertad. Los artículos mencionados deben ser cumplidos dentro del proyecto de alcantarillado para evitar sanciones o penalizaciones con la justicia ecuatoriana.

#### **1.5.5. LEY ORGÁNICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

La Ley Orgánica de Participación Ciudadana con Registro Oficial Suplemento N° 175 del 11 de mayo de 2011, detalla las obligaciones que tiene el promotor del proyecto, obra o actividad con la ciudadanía. Los artículos 1, 2, 4 y 11 expresan los derechos que posee la ciudadanía a participar en cada uno de los proyectos públicos en donde el promotor informará las actividades a realizarse y consultará la opinión de la ciudadanía, además, detallará los impactos socio – ambientales generados por la implementación del proyecto. Esto será realizado mediante mecanismos de difusión como: convocatorias, radio, televisión, etc. Estos artículos están en relación con el proyecto de alcantarillado, debido a que el proceso de participación ciudadana permite obtener las inquietudes y molestias de la población de influencia.

### **1.5.6. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA)**

El TULSMA con Registro Oficial N° 387 del 04 de noviembre de 2015 (última modificación), es una norma técnica ambiental de uso obligatorio que rige en todo el territorio nacional. Dentro de esta se encuentra el Libro VI: De la calidad ambiental; Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Agua que establece límites máximos permisibles para descargas hacia sistemas de alcantarillados y cuerpos de agua en las tablas 11, 12 y 13. Este cuerpo legal será empleado para un futuro diagnóstico del agua residual e implementación de una planta de tratamiento en la Parroquia Tambillo.

### **1.5.7. CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS. CO 10.07 – 601. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES**

La norma para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 100° habitantes con registro oficial N°6-1992-08-18, proporcionan los criterios básicos de diseño para de proyectos de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en el Ecuador. Posee un alcance a nivel nacional y es aplicable y de uso obligatorio para todas las Instituciones Públicas o Privadas, Concejos Municipales, Consejos Provinciales, Empresas o Juntas de Agua Potable y Alcantarillado y otras Instituciones que tengan a su cargo, o que contratan el diseño o la fiscalización de diseños de sistemas de agua potable, alcantarillado, potabilización de aguas y depuración de aguas residuales.

### **1.5.8. TUBERÍA PLASTICA. TUBERÍA DE PVC RÍGIDO PARA USOS SANITARIOS EN SISTEMAS A GRAVEDAD. REQUISITOS**

La norma técnica ecuatoriana (NTE) INEN 1374:2009 posee criterios para tuberías de PVC en usos sanitarios, así también es utilizado para tuberías que conducen aguas residuales, aguas lluvias o aguas negras en sistemas a gravedad. Dicha norma técnica fue empleada para extraer criterios de dimensiones y diámetros de tubos de PVC necesarios para el diseño del sistema de alcantarillado combinado.

### **1.5.9. TUBOS PERFILADOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS**

La norma técnica ecuatoriana (NTE) INEN 2059:2015 determina los requisitos para tuberías perfiladas de PVC y accesorios que son utilizados para la conducción de aguas residuales, aguas superficiales y aguas negras en sistemas a gravedad. Esta normativa es empleada para establecer criterios referentes a la instalación de tubos y accesorios del sistema de alcantarillado combinado.

## CAPÍTULO 2

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Descripción Socioeconómica

El estudio socioeconómico se realizó con el objetivo de recopilar datos estadísticos que permitan adquirir información relevante sobre la población aportante, datos de viviendas, cobertura de servicios básicos y la situación económica actual de la Parroquia Tambillo Centro, este último sirvió para la realización del presupuesto para el sistema de alcantarillado combinado. Para este análisis se empleó encuestas socioeconómicas.

##### 2.1.1. Encuesta socioeconómica

La encuesta es definida como una técnica de investigación que recopila la información de una población determinada o muestra representativa de personas mediante la realización de un cuestionario, en donde se realiza una variedad de preguntas que dan a conocer las opiniones de la población o muestra seleccionada y así generar datos que aporten al análisis socioeconómico. La encuesta socioeconómica realizada para el proyecto comprende preguntas de múltiple alternativa, las cuales brindan a los encuestados varias opciones de respuesta y a la vez preguntas de tipo dicótomas, que consisten de dos alternativas de respuestas. (Prieto, 2009)

Por otra parte, es necesario definir ciertos conceptos de estadística elementales para la obtención de los datos de investigación. Por lo tanto, se tiene:

- ✓ **Población:** Se define como “conjunto total de elementos objeto de estudio, denominado también universo o colectivo” (Fernández, 2004). Para este proyecto, la población elegida fueron los habitantes de la Parroquia Tambillo Centro, de la cual se obtuvo la información requerida.
- ✓ **Muestra poblacional:** Se define como “conjunto de elementos de la población seleccionada para participar en el estudio” (Malhotra, 2008). Así que se debe seleccionar una fracción de la población de estudio, de tal forma que esta sea lo más representativa posible. (Hernández, 2014)

- ✓ **Muestreo:** Consiste en seleccionar una muestra o subconjunto de la población a ser analizada, pero esta debe ser representativa para generalizar los resultados obtenidos (Pulido San Roman, 2011). En el presente proyecto, se realizó un muestreo aleatorio simple que se caracteriza porque a cada elemento de la población de estudio tiene la misma posibilidad de ser elegida. (Pulido San Roman, 2011)

Las encuestas socioeconómicas fueron aplicadas a una muestra de la Parroquia Tambillo Centro los días 17 y 18 de marzo de 2018, con el objetivo de adquirir información fiable y actualizada del área del proyecto. Dichas encuestas se realizaron en las residencias, en donde los principales entrevistados fueron los jefes de familia.

Para la realización de las encuestas socioeconómicas se estableció el siguiente procedimiento:

- 1) Determinación de la población a muestrear.
- 2) Determinación del tamaño de la muestra mediante el muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas.
- 3) Colaboración de la población del área del proyecto para la aplicación de la encuesta socioeconómica.
- 4) Procesamiento y análisis de la información obtenida.

La encuesta socioeconómica está conformada por siete secciones, estas son:

- 1) Datos generales de identificación
- 2) Datos del informante
- 3) Datos de la vivienda
- 4) Datos sobre el origen y consumo de agua
- 5) Datos sobre el servicio de alcantarillado sanitario
- 6) Datos sobre el servicio de alcantarillado pluvial
- 7) Ingresos y gastos del hogar

El Anexo I contiene un ejemplo de la encuesta socioeconómica realizada a un morador de la Parroquia Tambillo Centro.

## 2.1.2. Cálculo del tamaño de la muestra

Para el estudio socioeconómico del proyecto de alcantarillado combinado se obtiene el tamaño de la muestra para dar a conocer el número de encuestas necesarias para obtener una información representativa.

El tamaño de la muestra se calcula a través de la ecuación [1]: (Vivanco, 2005)

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{E^2(N - 1) + Z^2 * p * q} \quad [1]$$

**Ecuación 1.** Cálculo del tamaño de la muestra

### Donde:

- n*: Tamaño de la muestra
- N*: Tamaño de la población
- p*: Probabilidad de éxito
- q*: Probabilidad de fracaso
- E*: Error muestral
- Z*: Nivel de confianza. Dato previsto por la experiencia del investigador, en este caso es 90 %.

Las tablas 5 y 6 contienen los datos a reemplazarse en la ecuación [1]:

**Tabla 5.** Nivel de Confianza (Z) del 90 %

Certeza o Nivel de confianza	90 %
<b>Z</b>	1,65
<b>Z<sup>2</sup></b>	2,72
<b>E</b>	0,10
<b>E<sup>2</sup></b>	0,01

**Fuente:** (Bencardino, 2008 )

**Tabla 6.** Datos para el cálculo del tamaño de la muestra

Población encuestada	
N	675
Z	1,65
P	50 % = 0,5
Q	50 % = 0,5
E	0,10

$$n = \frac{2,72 * 675 * 0,5 * 0,5}{0,01(675 - 1) + 2,72 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 62$$

## 2.2. Método de Diseño para redes de alcantarillado combinado

### 2.2.1. Cálculo de población de diseño

Para el cálculo de la población futura existen varios tipos de métodos los cuales se presentan a continuación:

✓ **Método Geométrico:**

Este método consiste en un crecimiento poblacional geométrico, es decir, un aumento constante y uniforme del crecimiento de una población en un sector determinado. Se obtiene a partir de la ecuación [2]: (Lopez, 2010)

$$Pf = P_{UC}(1 + r)^{T_f - T_{UC}} \quad [2]$$

**Ecuación 2.** Cálculo de la población futura con el método geométrico

**Donde:**

$P_f$ : Población proyectada

$P_{UC}$ : Población del último censo

$r$ : Tasa del crecimiento geométrico anual de la población

$T_{UC}$ : Año del último censo

$T_f$ : Año de la proyección



De la ecuación [2] se reemplaza el subíndice  $f$  por  $UC$  y  $UC$  por  $ei$  y se despeja  $r$ :

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ei}}\right)^{\left(\frac{1}{T_{uc}-T_{ei}}\right)} - 1 \quad [3]$$

**Ecuación 3.** Cálculo de la tasa de crecimiento geométrico anual de la población

**Donde:**

$P_{ei}$ : Población del censo inicial

✓ **Método Aritmético**

Este método presenta un incremento igual y constante de los habitantes de una población determinada en un período de tiempo establecido, puede ser realizado a partir de dos censos y su crecimiento es en forma de una línea recta. Se presenta a partir de la ecuación [4]: (Carrasco, 2006)

$$K = \frac{\delta p}{\delta t} \quad [4]$$

**Ecuación 4.** Cálculo de la población futura con el método aritmético

**Donde:**

$p$ : Población

$t$ : Tiempo

$K$ : Incremento constante

Despejando la ecuación [4] se tiene:

$$K = \frac{Pf - Pei}{Tf - Tei} \quad [5]$$

**Ecuación 5.** Cálculo del índice de crecimiento aritmético

**Donde:**

$Pf$ : Población proyectada

$Pei$ : Población del censo inicial

$Tf$ : Año de la proyección

$Tei$ : Año del censo Inicial

$K$ : Índice de crecimiento aritmético

Despejando la ecuación [5] se obtiene:

$$K(Tf - Tei) = Pf - Pei$$

$$Pf = Pei + K(Tf - Tei) \quad [6]$$

**Ecuación 6.** Cálculo de la población proyectada

**Donde:**

*Pf*: Población proyectada

*Pei*: Población del censo inicial

*K*: Índice de crecimiento aritmético

*Tf*: Año de la proyección

*Tei*: Año del censo Inicial

#### ✓ **Método de densidades**

Este método está ligado al área de expansión futura con el fin de evitar la saturación de los conductos de alcantarillado, de la misma manera este método controla la población en un área establecida, es decir límites máximos y mínimos de asentamientos de habitantes por área. (Carrasco, 2006)

## **2.3. Cálculo de Caudal de Diseño**

Como se establece en el punto 2.2. se debe considerar el ingreso de aguas residuales generadas por varios factores antropomórficos y también, el ingreso de aguas pluviales. Por ese motivo el diseño separa en dos partes el cálculo:

### **2.3.1. Parte Sanitaria, Caudal de Aguas residuales**

Se calcula el ingreso de caudal de aguas residuales para cada tramo de tubería con la suma del caudal de aguas servidas, el caudal de infiltración y el caudal de aguas ilícitas (Metcalf & Eddy, 2014).

Se podrá considerar la siguiente formula [7]:

$$Q1 = Qmáx + Qinf + Qili \quad [7]$$

**Ecuación 7.** Caudal de diseño para la parte sanitaria

**Donde:**

$Q_1$ : Caudal de diseño para la parte sanitaria (l/s).

$Q_{max}$ : Caudal máximo de aguas servidas (l/s).

$Q_{inf}$ : Caudal máximo de aguas de infiltración (l/s).

$Q_{ili}$ : Caudal máximo de aguas ilícitas (l/s).

**Nota:** No se considera el caudal de ilícitas para el presente diseño de alcantarillado combinado.

✓ **Caudal Máximo de aguas servidas.**

Para el cálculo de del caudal de aguas servidas se determina con la fórmula [8]: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$Q_{m\acute{a}x} = q_{med} * M \quad [8]$$

**Ecuación 8.** Caudal máximo de aguas servidas

**Donde:**

$Q_{max}$ : Caudal máximo de aguas servidas (l/s)

$q_{med}$ : Caudal medio

$M$ : Caudal medio

La fórmula [9] muestra el cálculo del caudal medio para aguas servidas: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$q_{med} = CR * \frac{\text{dotación}}{86400} * Pf \quad [9]$$

**Ecuación 9.** Caudal medio para aguas servidas

**Donde:**

$CR$ : Coeficiente de reducción.

$Pf$ : Población final en el período de diseño (hab)

$M$ : Coeficiente de Mayoración.

El coeficiente de reducción se entiende como la relación de la dotación neta con respecto a la cantidad de agua evacuada al sistema de recolección de aguas residuales (Metcalf & Eddy, 2014). Se puede estimar el valor por la tabla 7:

**Tabla 7.** Coeficiente de retorno o de reducción de aguas servidas domésticas

Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas	
Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,7 – 0,8
Medio alto y alto	0,8 – 0,85

**Fuente:** (Metcalf & Eddy, 2014)

Con el análisis de la zona de estudio se determina que el coeficiente a usar es de 0,8 ya que posee una complejidad media a media alta.

✓ **Coeficiente de Mayoración**

Para el cálculo del Coeficiente de Mayoración se usan las siguientes ecuaciones:

$$M = \frac{18 + \sqrt{Pf}}{4 + \sqrt{Pf}} \quad [10]$$

**Ecuación 10.** Ecuación de Hernón

$$M = \frac{5}{p^{92}} \quad [11]$$

**Ecuación 11.** Ecuación de Babit

$$M = K = \frac{2.228}{q_{med}^{0,073325}} \quad [12]$$

**Ecuación 12.** Ecuación Ex-IEOS

**Donde:**

*Pf*: Población en miles de habitantes

*M*: Coeficiente de Mayoración

Para caudales medios menores a 4 l/s se considera que el coeficiente de mayoración *M* es igual a 4.

### ✓ Caudal máximo de aguas de infiltración

Se debe considerar que existe aguas de infiltración en las uniones de los conductos, y también, por el desgaste a través del tiempo de uso del sistema de alcantarillado, por este motivo, el método de cálculo del caudal máximo de aguas de infiltración dependerá del tipo de uniones que se usa, el área aportante y de si hay una red existente. (Metcalf & Eddy, 2014)

Para el caso de este diseño, se considera que el sistema es nuevo, tiene juntas resistentes a la infiltración y es de un área menor a 40,5 Ha.

Por ese motivo el caudal de infiltración se calcula con la ecuación [13]: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$Q_{inf} = 14 * At * \frac{1000}{86400} \quad [13]$$

**Ecuación 13.** Caudal máximo de aguas de infiltración

**Donde:**

$Q_{inf}$ : Caudal máximo de aguas de infiltración (l/s)

$At$ : Área Aportante total para el tramo (Ha).

### 2.3.2. Parte Pluvial (Caudal de Aguas Pluviales)

Para esta parte se usará el método racional, tal y como lo describe la CO 10.07-601. Para el cálculo del caudal de aguas lluvias se usa la siguiente ecuación [14]: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$Q_2 = \frac{C * I * A}{0,36} \quad [14]$$

**Ecuación 14.** Cálculo del caudal pluvial

**Donde:**

$Q$ : Caudal (l/s)

$C$ : Coeficiente de escurrimiento

$A$ : Área de drenaje (Ha)

$I$ : Intensidad de lluvia (mm/h)

La misma es empleada para áreas menores a 100 Ha según las normas EX – IEOS, por ende, esta fórmula fue utilizada para el diseño del proyecto.

✓ **Coefficiente de escurrimiento o esorrentía.**

El coeficiente de escurrimiento es la relación entre volúmenes totales de escurrimiento superficial y los de precipitación. (SENAGUA, 2014)

Para el cálculo del coeficiente se considera los efectos de infiltración, almacenamiento por retención superficial, evaporación, etc.

Se puede determinar el coeficiente C para una frecuencia de 2 a 10 años a través de la tabla [8].

**Tabla 8.** Valores del coeficiente C de acuerdo al tipo de zona

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

**Fuente:** (EMAAP-Q, 2009)

Para este diseño se considera una zona residencial medianamente poblada y un coeficiente de escurrimiento C igual a 0,55.

✓ **Intensidad de lluvia**

Para la aplicación del método racional y del hidrograma unitario sintético, es necesario disponer de las curvas, intensidad, duración y frecuencia. Estas relaciones serán deducidas de observaciones de los registros de lluvia en el área de estudio, durante un período lo suficientemente grande para poder aceptar las frecuencias como probabilidades. (SENAGUA, 2014)

El registro pluvial se obtiene a través de estaciones pluviométricas, por ese motivo, se ha usado la estación más cercana a la zona de estudio que es la estación Izobamba y se han obtenido las ecuaciones detalladas en la tabla [9]:

**Tabla 9.** Ecuaciones para el cálculo de la intensidad de lluvia

Estación		Intervalos de Tiempo	Ecuaciones
Código	Nombre	Minutos	
M0003	IZOBAMBA	5 < 30	$i = 164,212 * T^{0,1650} * t^{-0,4326}$
		30 < 120	$i = 371,072 * T^{0,1575} * t^{-0,6771}$
		120 < 1440	$i = 929,503 * T^{0,1614} * t^{-0,8773}$

Fuente: (INAMHI, 2015)

**Donde:**

*T*: Período de retorno: Promedio de años en los cuales un evento dado se iguala o se excede. (SENAGUA, 2014)

*t*: Tiempo de concentración

La intensidad de lluvia obtenida a través del uso de las fórmulas de la Tabla 9 viene dada en milímetros por hora (mm/h), por ese motivo se usa un factor de conversión de 2,78 para obtener la intensidad en litro sobre segundo (l/s) que son las unidades con las cuales se trabajará en el diseño.

Según los criterios de diseño de la EPMAPS podemos determinar el período de retorno con la tabla [10]:

**Tabla 10.** Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.

Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área		
Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 a 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 a 100

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

## 2.4. Caudal de Diseño

Se considera el caudal total para la parte sanitaria y pluvial así que se calculará con la ecuación [15]:

$$q = Q1 + Q2 \quad [15]$$

**Ecuación 15.** Cálculo de caudal de diseño

**Donde:**

- $q$ : Caudal de diseño futuro
- $Q1$ : Caudal de aguas residuales
- $Q2$ : Caudal de aguas pluviales

## 2.5. Hidráulica de conductos y bases de diseño

### 2.5.1. Hidráulica de alcantarillas

Se define a una alcantarilla como un conducto subterráneo cerrado, construido para recolectar el agua lluvia y las aguas residuales de una población. Es decir, se tiene un fluido que va a pasar por esta alcantarilla compuesto de los elementos de estos dos tipos de aguas, por lo tanto, existe una presencia de diferentes tipos de flujo que se producen en la realidad dentro de una alcantarilla y también se clasifica estos flujos de diferentes maneras. Esto trae complicaciones a nuestros cálculos y desarrollo del diseño, pero se simplifican estos inconvenientes asumiendo que el flujo viaja en una sola dimensión, es decir, que el flujo se comporta de manera unidimensional, considerando que todas sus partículas constituyentes viajan de forma tangente en la dirección principal del movimiento, es decir, de tipo uniforme y permanente. Esto no sucede en la realidad, pero si se considera que las fuerzas de gravedad se equiparan con las fuerzas de rozamiento, el flujo no tendría aceleración. (Metcalf & Eddy, 2014)

Los factores que afectan al flujo de las aguas residuales en estos conductos son: (Metcalf & Eddy, 2014)

- ✓ Pendiente y Sección Transversal
- ✓ Rugosidad de la superficie interior de la conducción
- ✓ Condiciones de flujo como el flujo a sección llena o parcialmente llena, flujo permanente o variado, y más.
- ✓ Presencia o ausencia de obstrucciones, codos y otros factores de alteraciones del flujo.



✓ Naturaleza, peso específico y viscosidad del líquido.

En una alcantarilla, factores como la pendiente y condiciones de entrada y salida dependen de la topografía del sitio. Por la variación de estas condiciones topográficas se tiene una gran variación de estos factores y no puede usarse una sola fórmula aplicable a todas las condiciones que puedan presentarse en una alcantarilla. Así que, tomando la suposición de que el flujo es uniforme y permanente, se considera que la pendiente es paralela a la topografía y por eso el cálculo hidráulico que consideraremos para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas será establecido por la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, ya que este es el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación. (Metcalf & Eddy, 2014)

Consideramos este cálculo para canales abiertos, ya que la tubería en un sistema de alcantarillado debe estar parcialmente llena. Es decir, actúa como una superficie libre o un canal con flujo abierto, sin olvidar que solo usamos esto por facilidad de cálculo, pero dentro de la tubería existen diferentes tipos de flujo que pueden estar presentes. (Lopez, 2010)

La ecuación de Manning [16] permite obtener la velocidad del flujo y caudal para un flujo de régimen uniforme mediante la siguiente relación: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$V = \frac{R_H^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad [16]$$

**Ecuación 16.** Ecuación de Manning

**Donde:**

$V$ : Velocidad de flujo

$R_H$ : Radio hidráulico (m) =  $(D/4)^{2/3}$

$S$ : Pendiente de fondo (m/m)

$n$ : Coeficiente de Manning

### 2.5.2. Relaciones hidráulicas fundamentales

Para evitar que la red de alcantarillado trabaje a presión se utilizan relaciones hidráulicas como una norma de seguridad, estas se basan en la comparación entre parámetros para tuberías que trabajen a una capacidad total (completamente llenas) y tuberías que trabajen a una capacidad parcial (parcialmente llenas) (Lopez, 2010).

De las definiciones básicas para hidráulica tenemos: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$Q = V * A \quad [17]$$

**Ecuación 17.** Cálculo del Caudal

**Donde:**

$Q$ : Caudal ( $m^3/s$ )

$V$ : Velocidad media de flujo ( $m/s$ )

$A$ : Área de la sección hidráulica ( $m^2$ )

Para poder hacer una diferenciación entre nomenclatura de tuberías completamente llenas y parcialmente llenas, podemos usar letras mayúsculas para los parámetros de las primeras, y minúsculas para los parámetros de las segundas. (Metcalf & Eddy, 2014)

Por lo tanto, para una tubería parcialmente llena se tiene la misma ecuación [9] pero representada de la siguiente manera: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$q = v * a \quad [18]$$

**Ecuación 18.** Cálculo de caudal para una tubería parcialmente llena

**Donde:**

$q$ : Caudal de la tubería parcialmente llena ( $m^3/s$ )

$v$ : Velocidad media de flujo de la tubería parcialmente llena ( $m/s$ )

$a$ : Área de la sección hidráulica de la tubería parcialmente llena ( $m^2$ )

Reemplazando la velocidad de la ecuación de Manning [16] se transforma en la ecuación [19] para el cálculo de una tubería parcialmente llena: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$q = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} * a \quad [19]$$

**Ecuación 19.** Fórmula de Manning para una tubería parcialmente llena

**Donde:**

$q$ : Caudal de la tubería parcialmente llena ( $m^3/s$ )

$R_H$ : Radio hidráulico de la tubería parcialmente llena ( $m$ )

S: Pendiente de gradiente hidráulico de la tubería parcialmente llena (m/m)

a: Área de la sección hidráulica de la tubería parcialmente llena (m<sup>2</sup>)

Por lo tanto, para la tubería completamente llena se tiene: (Metcalf & Eddy, 2014)

$$Q = \frac{1}{N} * R_H^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} * A \quad [20]$$

**Ecuación 20.** Cálculo de caudal para una tubería completamente llena

**Donde:**

Q: Caudal de la tubería completamente llena (m<sup>3</sup>/s)

R<sub>H</sub>: Radio hidráulico de la tubería completamente llena (m)

S: Pendiente de gradiente hidráulico de la tubería completamente llena (m/m)

A: Área de la sección hidráulica de la tubería completamente llena (m<sup>2</sup>)

Con todas estas definiciones podemos sacar las relaciones fundamentales que son:  
(Metcalf & Eddy, 2014)

**(q/Q)**

$$\frac{q}{Q} = \frac{N}{n} * \frac{r_h^{\frac{2}{3}}}{R_H^{\frac{2}{3}}} * \frac{a}{A} \quad [21]$$

**Ecuación 21.** Relación q/Q

**(v/V)**

$$\frac{v}{V} = \frac{n}{N} * \frac{r_h^{\frac{2}{3}}}{R_H^{\frac{2}{3}}} \quad [22]$$

**Ecuación 22.** Relación v/V

### 2.5.3. Relaciones hidráulicas (q/Q), (v/V), Y (d/D)

EL q/Q es la relación del caudal de diseño con el caudal a tubo lleno. Con esta relación, se determina los valores de: d/D y v/V. A continuación se presentan las diferentes relaciones hidráulicas para conductos circulares determinadas para valores de q/Q (tabla 11):

**Tabla 11.** Relaciones hidráulicas para conductos circulares determinadas para valores de  $q/Q$

<b>q/Q</b>	<b>Rel.</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>
<b>0,0</b>	v/V	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
<b>0,1</b>	v/V	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
<b>0,2</b>	v/V	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
<b>0,3</b>	v/V	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
<b>0,4</b>	v/V	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
<b>q/Q</b>	<b>Rel.</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>
<b>0,4</b>	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
<b>0,5</b>	v/V	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
<b>0,6</b>	v/V	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686

q/Q	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,7	v/V	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
0,8	v/V	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
0,9	v/V	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
1,0	v/V	1,041	1,042	1,042	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	d/D	0,914	0,920	0,931	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Siendo:**

- q: Caudal de diseño
- v: Velocidad de diseño
- d: Lámina de agua
- Q: Caudal a tubo lleno
- V: Velocidad a tubo lleno
- D: Diámetro de la tubería

**2.5.4. Velocidades en los conductos**

**2.5.4.1. Velocidades mínimas**

La velocidad mínima se puede condicionar teniendo en cuenta aquellas condiciones que garanticen una buena limpieza del sistema, impidiendo de esta manera la acumulación de material sedimentable. En general, se establece que para tuberías llenas la velocidad debe ser mayor a 0,9 m/s y en tuberías parcialmente llenas los 0,3 m/s. (SENAGUA, 2014)

### 2.5.4.2. Velocidades máximas

La velocidad máxima debe limitarse según el material a utilizar esto se lo realiza con el fin de evitar erosión en los conductos (Metcalf & Eddy, 2014). La tabla 12 presenta la velocidad máxima en función al material a emplear:

**Tabla 13.** Velocidad máxima y coeficiente de Manning en relación con el material de tubería.

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)	<i>n</i>
Hormigón simple con uniones de mortero	4	0,013
Hormigón simple con uniones de neopropeno para nivel freático alto	3,5 – 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5 – 7,5	0,011

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

## 2.6. Metodología para el diseño de la red

### 2.6.1. Pozos de revisión

Los pozos de revisión son diseñados para permitir el ingreso al interior de las tuberías del alcantarillado con el fin de realizar sus respectivos mantenimientos, según la EMAAAP-Q estos deberán ser colocados bajo los siguientes criterios:

- ✓ Al comienzo de la red
- ✓ Cambio de pendiente
- ✓ Cambio de dirección
- ✓ En intersecciones de calles o si en el proyecto se define la apertura a futuro de nuevas intersecciones.
- ✓ Cuando la longitud del tramo supera los 80 metros.

La distancia máxima entre pozos no debe superar los 80 m para cualquier clase de tubería.

## 2.6.2. Áreas de aportación

Las áreas de aportación están determinadas a partir del tipo de alcantarillado a construir por lo cual se deberá tener muy en cuenta la topografía, tipo de suelo del sector. (EMAAP-Q, 2009)

Para calcular el área de aportación en un sistema de alcantarillado sanitario se considerará el área de aportación del tramo anterior, teniendo en cuenta, el área actual del tramo a diseñar. Por otro lado, en un sistema de alcantarillado pluvial se deberá tomar el área de aportación del tramo anterior sin considerar el área actual del tramo a diseñar. (EMAAP-Q, 2009)

## 2.6.3. Diámetros y secciones de las alcantarillas

Para determinar diámetros en las tuberías se deberá adoptar diámetros comerciales, tomando como referencia que para alcantarillados sanitarios el diámetro mínimo es de 200 mm y para alcantarillados pluviales el diámetro mínimo es de 250 mm, por otra parte, para determinar diámetros en alcantarillados combinados se toma el diámetro de mayor incidencia por lo cual en el diseño se ocupa un diámetro mínimo de 250 mm. Estos diámetros facilitan la limpieza del sistema. (SENAGUA, 2014)

### 2.6.3.1. Tamaños comerciales de tuberías

El diámetro de las tuberías presenta un gran problema con respecto a tamaños comerciales, debido a la alta influencia en inversión, instalaciones y fabricación de este tipo de materiales, pero para simplificar el proceso de conversión se ha propuesto un cambio transitorio en las tuberías, sin alterar los tamaños actuales (Metcalf & Eddy, 2014). La tabla 13 representa los tamaños comerciales de las tuberías en EE.UU.:

**Tabla 14.** Tamaños comerciales de tuberías.

Unidades métricas (mm)	Tamaños existentes de tuberías.	
	in	mm
100	4	101,6
125	5	217,0
150	6	152,4

Unidades métricas (mm)	in	mm
200	8	203,2
250	10	254,0
300	12	304,8
350	14	355,6
375	15	381,0
400	16	406,4
450	18	457,2
500	20	508,0
525	21	533,4
550	22	550,0
600	24	609,6
675	27	685,8
750	30	762,0
800	32	800,0
900	36	914,4
1.050	42	1.066
Nota: mm x 0,03937 = pulgadas		

Fuente: (TUBOLOC, s.f.)

### 2.6.3.2. Profundidades

Según el artículo 5.2.1.5 de la SENAGUA, la profundidad mínima para excavaciones de zanjas es de 1,20 metros más el diámetro de la tubería (tabla 14), la profundidad máxima es de 5 metros, pero esta profundidad puede excederse dependiendo de la topografía del terreno y del criterio del diseñador.

Tabla 15. Profundidad mínima de tuberías

PROFUNDIDAD MINIMA DE TUBERIAS	
Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	1,20
Vías vehiculares	1,20

Fuente: (SENAGUA, 2014)



Hay que tener presente que la red de alcantarillado deberá ubicarse por debajo de la tubería de agua potable, dejando una altura de 0,30 m entre ellas cuando estas se encuentren paralelas y de 0,20 m en cruces.

## **2.7. Regularización Ambiental**

El diseño del sistema de alcantarillado de la parroquia Tambillo Centro necesita un proceso de regularización ambiental, por ende, la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía (EPAA-MEJÍA), consciente de esta responsabilidad, ejecuta la obtención de un registro ambiental, esto según la categorización ambiental nacional dado por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) y a la vez, establecido por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI de la Calidad Ambiental.

Cabe recalcar que el SUIA es un sistema informático de uso obligatorio que gestiona los procesos de regularización ambiental, así mismo, otorga certificados, registros y licenciamientos ambientales de acuerdo a las condiciones requeridas por los proyectos, obras o actividades, además, cuenta con normativas y lineamientos que sirven para la obtención de los mismos (SUIA, 2018). Como se ha mencionado anteriormente, el diseño de alcantarillado combinado de la parroquia Tambillo Centro requiere de un registro ambiental, por lo tanto, se elabora una ficha ambiental, cuyo formato se encuentra en la documentación del SUIA y fue utilizado como guía.

La ficha ambiental (FA) describe el marco legal aplicable y las principales actividades del proyecto de alcantarillado, así mismo, determina los aspectos e impactos físicos, bióticos y socioeconómicos de este. Por otro lado, propone medidas de prevención, remediación y mitigación de los posibles impactos ambientales ya sean positivos o negativos, a través del plan de manejo ambiental (PMA) que consta de varios sub-planes (MAE, 2015), dentro del PMA están consideradas las fases de construcción, operación y mantenimiento. De la misma manera, la FA cuenta con un proceso de participación social pero únicamente se detalla la metodología a realizarse, ya que este debe ser desarrollado por el promotor del proyecto de alcantarillado combinado.

Finalmente, un requisito obligatorio dentro de dicho registro ambiental es el certificado de intersección, que determina si el proyecto propuesto interseca o no con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) Bosques y Vegetación Protectores, Patrimonio Forestal del Estado, zonas intangibles, sus áreas de amortiguamiento y otras de alta prioridad (MAE, 2015). El certificado de intersección es otorgado por el SUIA cuyo procedimiento de obtención está detallado en la misma página oficial, sin embargo, en el presente proyecto de titulación no se realizó este proceso debido a que es responsabilidad del promotor del proyecto (EPPA-Mejía).

## CAPITULO 3

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Sistema de alcantarillado existente

Mediante visitas técnicas se observó que la Parroquia Tambillo Centro posee un sistema de alcantarillado que desemboca en la Quebrada La Chorrera, este fue construido por los moradores a manera empírica, es decir, sin ningún respaldo técnico, lo que ha generado inconvenientes en la población como taponamiento de las alcantarilladas, inundaciones en sectores planos, entre otros.

Se calculó el caudal que desfoga el actual alcantarillado, mediante el método volumétrico que consiste en llenar un recipiente de volumen conocido en un determinado tiempo (fórmula [23]) (Metcalf & Eddy, 2014). Para este cálculo se utilizó un recipiente de 20 litros.

$$Q = \frac{\text{Volumen (L)}}{\text{Tiempo(s)}} \quad [23]$$

**Ecuación 23.** Formula del método volumétrico

Reemplazo en la fórmula [23]:

$$Q = \frac{20 (L)}{6.57 (s)}$$

$$Q = 3.04 \frac{L}{s}$$

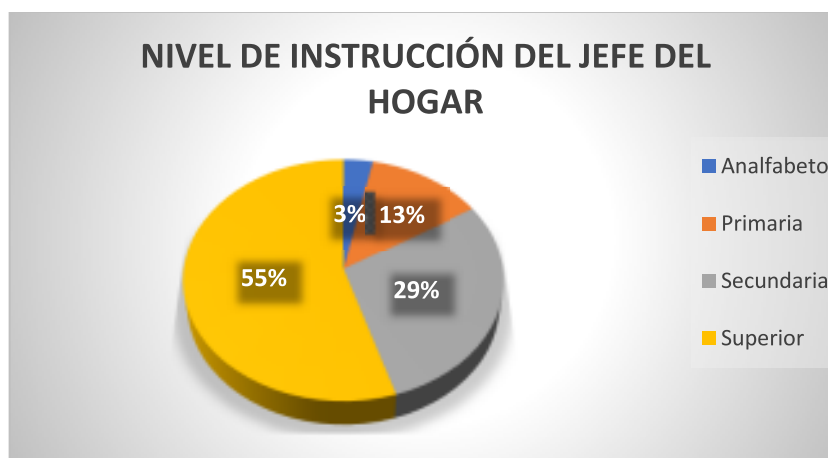
Se realizaron varias repeticiones de toma de tiempo y se estimó un promedio, dicha medida fue ejecutada en época de estiaje entre los meses de junio y septiembre del 2017, dando como resultado 3.04 l/s.

## 3.2. Resultado y discusión de encuestas socioeconómicas

Con el objetivo de adquirir información actualizada de la población del área del proyecto del alcantarillado combinado, se realizó un total de 63 encuestas. En las cuales se determinaron las actividades que se desarrollan dentro de la parroquia, así mismo, el tipo de viviendas existentes en el sector, la cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado, y por ultimo ingresos y gastos de las familias.

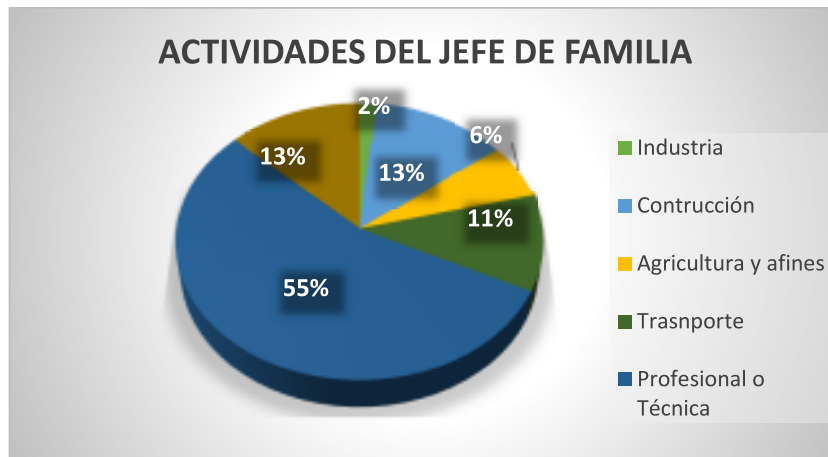
### 3.2.1. Información sobre las personas encuestadas

En esta sección se obtuvo información sobre el nivel de instrucción del jefe de hogar y las principales actividades que desempeña.



**Figura 3.** Nivel de instrucción del jefe del hogar

**Interpretación:** El 55 % de la población entrevistada (34 personas), tienen un nivel de instrucción superior, un 29 % (18 personas) ha terminado la secundaria, mientras un 13 % (8 personas) ha completado la primaria y tan solo un 3 % (2 personas) de la población es analfabeta.



**Figura 4.** Actividades del jefe de familia

**Interpretación:** Un 55 % personas encuestadas (34 personas) son profesionales, se dedican a actividades, tales como empleados públicos y privados. El 13 % (8 personas) posee negocios propios o comercializa productos en el mercado de Machachi. Por otro lado, un 13 % (8 personas) se dedican a la construcción, el 11% (7 personas) son conductores profesionales y tan solo un 6 % (4 personas) de los moradores se dedica a actividades de agricultura y afines. En el área de estudio existe una industria pero no fue considerada debido a que su funcionamiento no afecta a la red de alcantarillado combinado.

### 3.2.2. Información sobre las viviendas del área de influencia

A través de las encuestas socioeconómicas se obtuvo información sobre el tipo, propiedad y uso de la vivienda, cobertura de servicios (electricidad, agua potable, alcantarillado) y condiciones de la calle de la vivienda.

a) Tipo, propiedad y uso de la vivienda

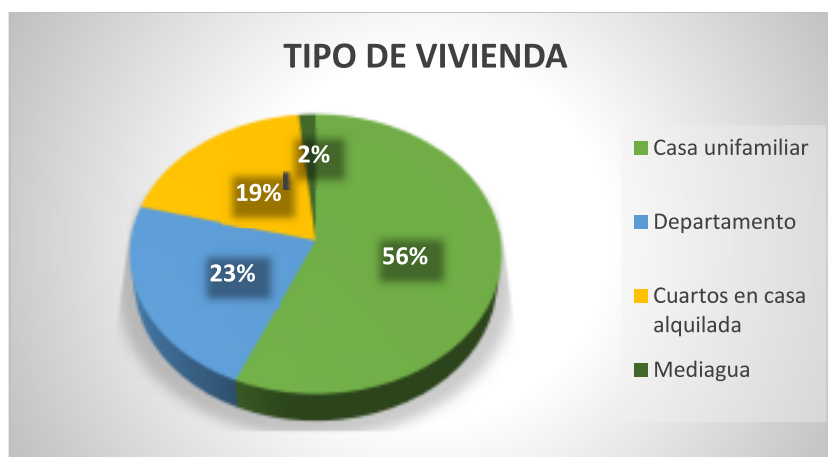


Figura 5. Tipo de Vivienda

**Interpretación:** El 56 % de los moradores entrevistados (35 familias) habitan en casas unifamiliares, mientras un 23 % (14 familias) reside en departamentos. Un 19 % (12 familias) alquila cuartos en el sector y tan solo el 2 % (1 familia) vive en mediaguas.

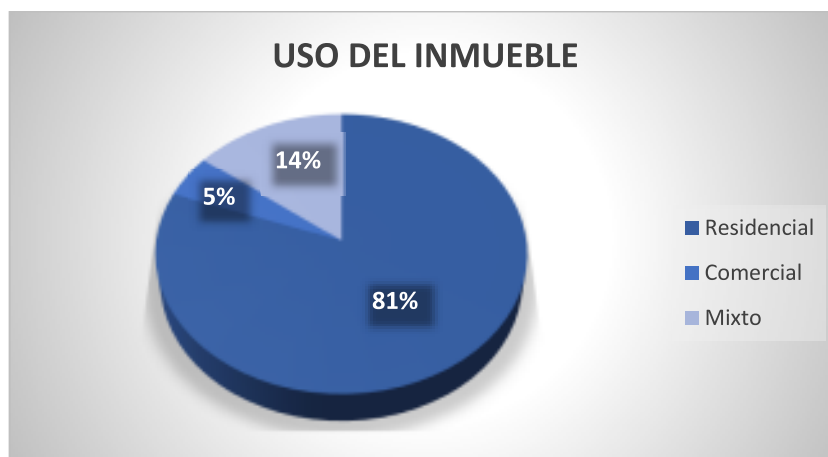


Figura 6. Uso del Inmueble

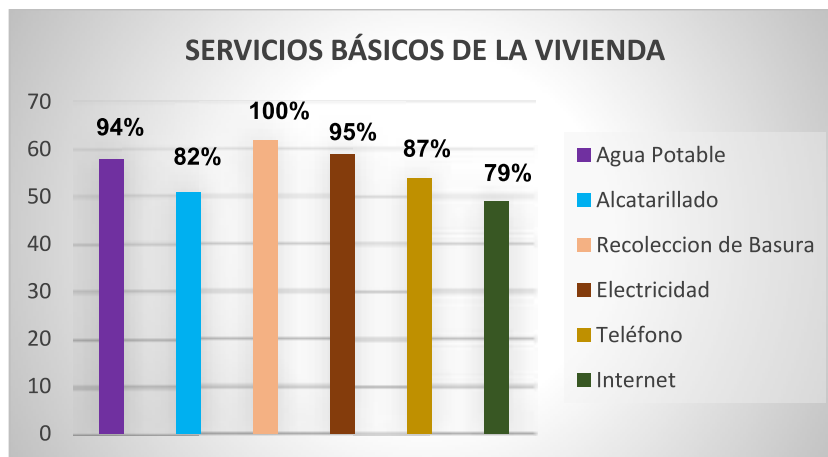
**Interpretación:** El 81 % de los entrevistados (50 personas) manifestaron que sus inmuebles son usados como residencias, mientras que un 14 % (9 personas) utiliza su inmueble como mixto y un 5 % (3 personas) como comercial.



**Figura 7.** Tenencia de la vivienda

**Interpretación:** El 73 % de la población encuestada (45 personas) señalaron que poseen viviendas propias, un 19 % (12 personas) arrienda viviendas en el sector y un 8% (5 personas) indico que sus viviendas son herencias o cedidas por algún familiar.

**b) Servicios básicos de la vivienda**



**Figura 8.** Servicios básicos de la vivienda

**Interpretación:** La Parroquia Tambillo Centro es categorizada como una zona urbana, ya que los servicios básicos cubren una gran parte del área del proyecto. Entonces, se tiene que el 94 % de la población entrevistada (58 personas) posee el servicio de agua potable, un 82% (51 personas) dispone del servicio de alcantarillado. Por otro lado, el servicio de electricidad cubre un 95 % (59 personas) de la zona, mientras que el servicio de teléfono e internet cubren un 87 % (54 personas) y 79 % (49 personas) respectivamente; el porcentaje que no dispone de estos servicios es debido a problemas de legalización de

terrenos. Con respecto al servicio de recolección de basura, toda el área está completamente cubierta, esto se debe a que los días miércoles y sábados transita el camión recolector de basura por el sector y dirige los desechos al relleno sanitario del Cantón Mejía.

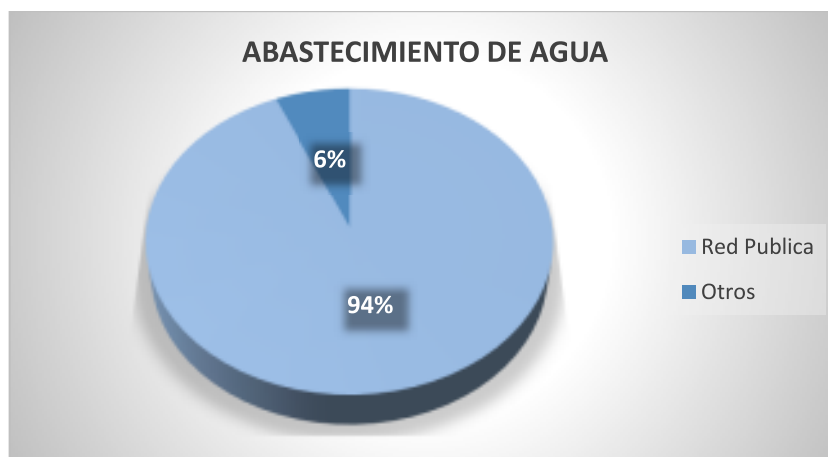


**Figura 9.** Estado de la calle

**Interpretación:** El adoquín es el material que predomina en las calles del proyecto con un 61 %, mientras que el 34 % son empedradas y tan solo un 5 % tiene cobertura de tierra, esto según lo observado en las visitas de campo.

### 3.2.3. Información sobre el abastecimiento de agua

A continuación, se muestra información referente al abastecimiento de agua potable de la Parroquia Tambillo Centro:



**Figura 10.** Abastecimiento de agua



**Interpretación:** El 94 % (58 personas) de la población encuestada se abastece de agua del servicio de la red pública, los mismos cuentan con conexiones domiciliarias y medidores de agua. Por otro lado, un 6 % (4 personas) manifestó que carecen de conexiones domiciliarias, por lo que se abastecen de agua mediante la compartición de medidores de viviendas vecinas.

### 3.2.4. Información sobre el saneamiento

Este punto proporciona información sobre las conexiones al sistema público de alcantarillado de la Parroquia Tambillo Centro:

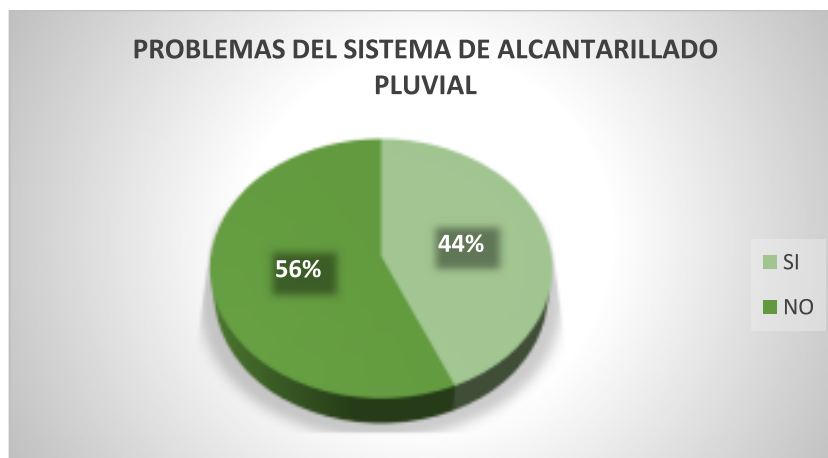


**Figura 11.** Servicio de alcantarillado

**Interpretación:** El 82 % (51 personas) de las personas entrevistadas eliminan sus excretas en la red pública de alcantarillado, dichas personas coinciden y califican como regular al funcionamiento de la red de alcantarillado, mientras el 18 % (11 personas) desemboca sus excretas en pozos sépticos debido a la carencia de conexiones domiciliarias y a problemas legales con los terrenos. Por otro lado, la mayor parte de moradores de la parroquia manifiesta que se ven afectados por la acumulación de basura en acequias y quebradas.

### 3.2.5. Información sobre el alcantarillado pluvial

A continuación, se presenta información referente al alcantarillado pluvial de la Parroquia Tambillo Centro:



**Figura 12.** Problemas del sistema de alcantarillado pluvial

**Interpretación:** El 56 % de los moradores entrevistados (35 personas) indicaron que no han sufrido ningún tipo de molestia por el alcantarillado pluvial, mientras el 44 % (27 personas) expusieron que han sufrido inundaciones en sus viviendas ocasionándoles daños a muebles y equipos, arrastre de basura y daños a las vías de tránsito, dichas inundaciones se debe a la topografía plana del sector.

### 3.2.6. Información sobre los ingresos y egresos totales

De acuerdo a las encuestas realizadas a los moradores de la Parroquia Tambillo Centro, se determinó, que poseen un ingreso promedio de 601,36 USD dólares americanos, siendo el ingreso mínimo 100 dólares y máximo 1700 dólares. Por otra parte, con relación a los egresos, se obtuvo un promedio de 203, 82 USD dólares americanos, siendo el gasto mínimo 30 dólares y máximo 590 dólares.

### 3.3. Diseño de la red

#### 3.3.1. Datos para el diseño de la red

Para el presente diseño de alcantarillado combinado se han considerado los siguientes datos (tabla 15), tomando en cuenta la densidad poblacional, topografía y clima del sector Tambillo Centro:

**Tabla 16.** Parámetros para el diseño de alcantarillado.

ALCANTARILLADO	
1. Área del proyecto:	22,60 Ha
2. Población inicial de diseño:	1500 hab
3. Densidad Poblacional:	66,37 hab/Ha
4. Dotación de diseño:	170 lt/hab.día
5. Coeficiente de escorrentía:	0,55
6. Período de retorno:	5 años
7. Coeficiente de Manning:	0,011 (PVC)
8. Coeficiente de reducción	0,8

- ✓ El punto 1. de la tabla 15 se obtuvo a través de datos topográficos y mediciones longitudinales realizadas en campo por la empresa EPAA-Mejía,EP.
- ✓ El punto 2. de la tabla 15 se obtuvo por el uso de la Ecuación 2 para cálculo de población futura.

**Donde:**

$P_{UC}$ : 418 habitantes

$r$ : 2,7%

$T_{UC}$ : 2010

$T_f$ : 2048

**Datos obtenidos por el censo de población y vivienda en el Ecuador del año 2010 (INEC, 2010)**

Remplazando en la Ecuación dos:

$$P_f = 418(1 + 0.027)^{2048-2010}$$

$$P_f = 1499,94 \text{ hab} \approx 1500 \text{ hab}$$

- ✓ El punto 3. de la tabla 15 se obtiene a través de la división entre el número de habitantes considerados en el punto 2 y el área de proyecto, dada en el punto 1.

Por lo tanto:

$$\text{Densidad Poblacional} = \frac{1500 \text{ hab}}{22,60 \text{ Ha}} = 66,37 \text{ hab/Ha}$$

- ✓ El punto 4. de la tabla 15 se obtuvo de la Tabla 1, donde se indica el consumo medio de agua potable dentro de una vivienda promedio en el sector urbano.
- ✓ El punto 5. de la tabla 15 se puede determinar en la tabla 8. Para este diseño se considera una zona residencial medianamente poblada y un coeficiente de escurrimiento C igual a 0,55.
- ✓ El punto 6. De la tabla 15 se toma de la tabla 10. Ya que tenemos en su mayoría una zona residencial, se usará el valor 5 años.
- ✓ El punto 7. De la tabla 15 se obtiene de la tabla 12. Se usarán tuberías de PVC.
- ✓ El punto 8. De la tabla 15 se toma de la tabla 7. para un sistema de complejidad medio a medio alto.

### 3.3.2. Cálculo hidráulico de la red de alcantarillado combinado de Tambillo Centro

Como se explica en el capítulo 2 el método usado para los cálculos hidráulicos y el diseño de la red es el establecido en el Código ecuatoriano de la construcción de parte IX, obras sanitarias, CO 10.07 – 601, Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Las tablas 16, 17, 18 y 19 muestran un ejemplo de hoja de cálculo de los tres primeros tramos de la red:

**Tabla 17.** Formato de hoja de cálculo (parte 1)

Calle	Pozo	Longitud	Caudal Sanitario								
			Área aportante		Población		Caudal Aguas servidas			Caudal Infiltración	Caudal Total S(Q1)
			Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulada	q med	M	q max		
García Moreno	1	40,84	0,13	0,13	8,88	8,88	0,014	4	0,06	0,02	0,08
	2										
García Moreno	2	15,57	0,03	0,16	2,01	10,89	0,017	4	0,07	0,03	0,10
	3										
García Moreno	3	47,37	0,22	0,38	14,40	25,29	0,040	4	0,16	0,06	0,22
	4										

**Tabla 18.** Formato de hoja de cálculo (parte 2)

Caudal Pluvial							
Área parcial	Área Total	Tiempo de concentración	Coeficiente de escurrimiento	Área equivalente		Intensidad	Caudal Total P(Q2)
				Parcial	Acumulada		
0,13	0,13	5,00	296,76	21,84	0,13	0,13	5,00
0,03	0,16	5,08	294,63	26,59	0,03	0,16	5,08

**Tabla 19.** Formato de hoja de cálculo (parte 3)

DISEÑO DE LA TUBERÍA													
Caudal de Diseño (q)	Diámetro Teórico (m)	Diámetro Real D(m)	Pendiente (l)	Tubería llena			Tiempo de flujo	Datos Hidráulicos					
				V	Verificación	Q		q/Q	d/D	v/V	v	verificación	d
1,50	0,051	0,4	0,031	3,43	Ok	430,58		0,00	0,02	0,21	0,71	Ok	0,01
21,93	0,145	0,4	0,025	3,10	Ok	389,15	0,08	0,06	0,20	0,46	1,44	Ok	0,08
26,81	0,123	0,4	0,089	5,85	Ok	735,08	0,13	0,04	0,17	0,41	2,39	Ok	0,07

**Tabla 19.** Formato de hoja de cálculo (parte 4)

Salto			Cotas		Cortes
Coeficiente de régimen	Calculado	Real	Terreno	Proyecto	
			2783,93	2782,33	1,6
			2782,68	2781,08	1,6
1,1	0,16	0,16	2782,68	2780,92	1,76
			2782,14	2780,53	1,61
1,1	0,19	0,19	2782,14	2780,34	1,80
			2777,71	2775,11	1,60

**Nota:** La hoja de cálculos completa se presenta en el Anexo III

### 3.4. Presupuesto del sistema

#### 3.4.1. Evaluación económica del proyecto

Se debe establecer el presupuesto o cantidad de dinero necesario total de proyecto para determinar la viabilidad de este. El cual se determina a través de la relación de precios unitarios y las cantidades de obra correspondientes que resulten del diseño de alcantarillado combinado.

### 3.4.2. Análisis de precios unitarios

Para calcular el presupuesto total con el análisis de precios unitarios, se usan los rubros propuestos por la EPMAPS. La tabla 20 resume los rubros más importantes para la elaboración del presupuesto del sistema de alcantarillado combinado.

**Tabla 20.** Rubros más importantes para la elaboración del presupuesto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.UNITARIO
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m	4181,8143
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN TIERRA H=0.00-2.75M	m3	14.975,19
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN CONGLOMERADO H=0.00-2.75M	m3	1.871,90
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO H=0.00-2.75M	m3	1.871,90
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN TIERRA H=2.76-3.99M	m3	1.394,21
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN CONGLOMERADO H=2.76-3.99M	m3	174,28
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO H=2.76-3.99M	m3	174,28
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN TIERRA H=4.00-6.00M	m3	1.518,68
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN CONGLOMERADO H=4.00-6.00M	m3	189,83
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO H=4.00-6.00M	m3	189,83
ENTIBADO DE ZANJA	m2	6.073,67
RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	9.223,60
COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA MANUAL	m3	922,36
RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION)	m3	17.675,54
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3	546,67
ACARREO MECÁNICO DE MATERIAL DISTANCIA=1 KM	m3	5.606,91
SOBREACARREO MECANICO	m3-km	3.770,88
<b>TUBERÍAS</b>		
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MATERIAL/TRANSPORTE)	m	2.262,71
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MATERIAL/TRANSPORTE)	m	261,5846
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 600MM (MATERIAL/TRANSPORTE)	m	772,652
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 700MM (MATERIAL/TRANSPORTE)	m	202,8205
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 800MM (MAT.TRAN.INST)	m	601,9684
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 900MM (MAT.TRAN.INST)	m	16,67
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 1000MM (MAT.TRAN.INST)	m	38,74
DESINSTALACION TUBERIA PVC ANTIGUA	m	4181,8143
<b>POZO DE REVISIÓN</b>		
POZO REVISION H.S. H=1.26-1.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	30,00
POZO REVISION H.S. H=1.76-2.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)		
POZO REVISION H.S. H=2.26-2.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	15,00
POZO REVISION H.S. H=2.76-3.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	6,00
POZO REVISION H.S. H=3.26-3.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	5,00
POZO REVISION H.S. H=3.76-4.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)		
POZO REVISION H.S. H=4.26-4.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	4,00
POZO REVISION H.S. H=4.26-4.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	1,00
POZO REVISION H.S. H=5.26-5.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	5,00
POZO REVISION H.S. H=6.76-7.25M (TAPA CERCO H.FUNDIDO Y PELDAÑOS)	u	2,00
<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>		
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MANO EN CONGLOMERADO H=0.00-2.75M	m3	1.550,05
RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION)	m3	1.493,50
CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A.		
S/I TUBERÍA PVC NOVAFORT SERIE 5 160MM	m	1.152,00
<b>TRABAJOS VARIOS</b>		
RÓTULOS CON CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (PROVISIÓN Y MONTAJE)	m2	2,00
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTO 2"	m2	529,875
<b>DESADOQUINADO</b>		
ADOQUINADO	m2	30
READOQUINADO CON MATERIAL EXISTENTE	m2	31,21
DESEMPEDRADO	m2	1612,8
REEMPEDRADO CON MATERIAL EXISTENTE	m2	1612,8
PROGRAMA DE MANEJO DE SEÑALES DE INFORMACIÓN, PREEVENCIÓN Y RESTRICCIÓN SOBRE LA FLORA Y FAUNA	u	1
REMEDIACION AMBIENTAL	GBL	1
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m	4181,8143
EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN TIERRA H=0.00-2.75M	m3	14.975,19

El Anexo IV describe detalladamente el presupuesto para el presente proyecto.


### 3.5. Ficha ambiental y plan de manejo ambiental

A continuación, se presenta la Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para el sistema de alcantarillado combinado de la Parroquia Tambillo Centro, el cual comprende toda la información de dicha parroquia de estudio:

**Tabla 21.** Datos generales del proyecto

1. PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD		2. ACTIVIDAD ECONÓMICA		
Construcción y operación del sistema de alcantarillado combinado de la Parroquia Tambillo Centro		Construcción y operación de sistemas de alcantarillado combinado.		
		<b>CCAN:</b> 23.4.2.2.5		<b>Categoría II</b>
3. DATOS GENERALES				
Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona 17M (correspondiente al Huso Horario); Centroides del proyecto, obra o actividad.				
X: 773258.00	Y: 9955134.00		Altitud: 2768.43 msnm	
Estado del proyecto, obra o actividad:	Construcción: <b>X</b>	Operación: <b>X</b>	Cierre:	Abandono:
Dirección del proyecto, obra o actividad: Parroquia Tambillo, Barrios Tambillo Centro, Paraíso y Obrero.				
Cantón: Mejía	Ciudad: Tambillo		Provincia: Pichincha	
Parroquia: Tambillo	Zona no delimitada: NO		Periférico: NO	
Urbana: <b>X</b>				
Rural:				
Datos del Promotor: Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.				
Domicilio del promotor: Avda. 10 de Agosto y Simón Bolívar E-101				
Correo electrónico del promotor: <a href="mailto:aguamejia@epaamejia.gob.ec">aguamejia@epaamejia.gob.ec</a>			Teléfono: 022-316-187 ó 022-316-245	

**Tabla 222.** Datos generales del proyecto. Continuación

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA</b>	
Área del proyecto (ha o m <sup>2</sup> ): 22,60 ha	Infraestructura (residencial, industrial, u otros): Área dotada con infraestructura para residencias de uno a tres pisos de altura e industrias.
Mapa de ubicación: (Fuente: Google Earth)	
	
<b>EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES</b>	
<b>Equipos y accesorios para la fase de construcción</b>	1.- Retroexcavadora
	2.- Equipo topográfico
	3.- Tubería PVC
	4.- Compactador
	5.- Herramientas manuales: Pico, palas, barra, tablones, clavos, martillo, serrucho y saquillos.
<b>Equipos y accesorios para la fase de operación y mantenimiento</b>	6.- Equipo de hidrosucción (HIDROCLEANER)
	7.- Pozos de revisión
	8.- Herramientas manuales: carretillas, baldes, picos y palas.
Observaciones: En todas las fases del proyecto de alcantarillado combinado es necesario usar equipos de protección como ropa de trabajo, mascarilla, guantes, botas, gafas y casco de protección.	



**Tabla 232.** Datos generales del proyecto. Continuación

<b>REQUERIMIENTO DE PERSONAL</b>	
Las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto de alcantarillado combinado requieren de: 1 operador, 1 ayudante, 5 peones y 1 inspector.	
<b>ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO</b>	
Área Total (m <sup>2</sup> , ha): 28,63 ha	Área de Implantación (m <sup>2</sup> , ha): 22,60 ha
Agua Potable: SI (X) NO ( )	Consumo de agua (m <sup>3</sup> ): 1,8 m <sup>3</sup> /día
Energía Eléctrica: SI ( ) NO(X)	Consumo de energía eléctrica (Kv): NO
Acceso Vehicular: SI (X) NO ( )	Facilidades de transporte para acceso: SI. La parroquia Tambillo cuenta con varias líneas de transporte público (cooperativas de transporte Amaguaña, Mejía, Calos Brito, Machacheñas y transportes interprovinciales) y privado como camionetas (cooperativa Servidores del Pueblo).
Topografía del terreno: Plano	Tipo de Vía: Vía de primer y segundo orden
Alcantarillado: SI ( ) NO (X)	Telefonía: Móvil(X) Fija (X) Otra ( )
<b>SITUACIÓN DEL PREDIO</b>	
Alquiler:	Compra:
Comunitarias:	Zonas restringidas:
Otros (Detallar): Propiedad del municipio	
Observaciones: El terreno de implantación del proyecto es propiedad municipal y está situado en los barrios Tambillo Centro, Paraíso y Obrero.	

**Tabla 242.** Datos generales del proyecto. Continuación

<b>UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO</b>		
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17M (correspondiente al Huso Horario) para la creación de un polígono de implantación.		
Este (X): 772930.56	Norte (Y): 9954516.81	Altitud (msnm): 2774.11
Este (X): 773191.35	Norte (Y): 9955381.54	Altitud (msnm): 2783.81
Este (X): 773752.18	Norte (Y): 9955281.17	Altitud (msnm): 2751.45
Este (X): 773232.06	Norte (Y): 9954959.54	Altitud (msnm): 2770.00

#### 4. MARCO LEGAL REFERENCIAL

Tabla 26. Marco legal para el sistema de alcantarillado combinado

Marco legal referencial y sectorial	
<b>CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR</b>	<p><b>Art. 14.-</b> Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i>.</p> <p><b>Art. 32.-</b> La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.</p> <p><b>Art. 52.-</b> Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.</p> <p><b>Art. 53.-</b> Las empresas, instituciones y organismos que presten servicios públicos deberán incorporar sistemas de medición y satisfacción de las personas usuarias y consumidoras, y poner en práctica sistemas de atención y reparación</p> <p><b>Art. 66.-</b> Se reconoce y garantizará a las personas:</p> <p><b>2.</b> El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.</p> <p><b>Art. 314.-</b> El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.</p> <p><b>Art. 326.-</b> El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:</p> <p><b>15)</b> Se prohíbe la paralización de los servicios públicos de salud y saneamiento ambiental, educación, justicia, bomberos, seguridad social, energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, producción hidrocarburífera, procesamiento, transporte, distribución de combustibles, transportación pública, correos y telecomunicaciones. La ley establecerá límites que aseguren funcionamiento de dichos servicios</p> <p><b>Art. 395.-</b> La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:</p>

**Tabla 27.** Marco legal para el sistema de alcantarillado combinado. Continuación

<b>Marco legal referencial y sectorial</b>	
<b>CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR</b>	<p>2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.</p> <p><b>Art. 398.-</b> Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.</p> <p><b>Art. 9.-</b> Garantía de los derechos y políticas públicas. El Estado asignará de manera equitativa y solidaria el presupuesto público para la ejecución de políticas y prestación de servicios públicos de conformidad con la Ley.</p> <p><b>Art. 18.-</b> Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son:</p> <p>I) Establecer mecanismos de coordinación y complementariedad con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en lo referente a la prestación de servicios públicos de riego y drenaje, agua potable, alcantarillado, saneamiento, depuración de aguas residuales y otros que establezca la ley</p> <p>P) Establecer los parámetros generales, en base a estudios técnicos y actuariales, para la fijación de las tarifas por la prestación del servicio público de agua potable y saneamiento, riego y drenaje, y fijar los montos de las autorizaciones de uso y aprovechamiento productivo del agua, en los casos determinados en esta Ley</p> <p><b>Art. 37.-</b> Servicios públicos básicos. Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable, saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de uso.</p> <p><b>Art. 38.-</b> Prohibición de autorización del uso o aprovechamiento de aguas residuales. La Autoridad Única del Agua no expedirá autorización de uso y aprovechamiento de aguas residuales en los casos que obstruyan, limiten o afecten la ejecución de proyectos de saneamiento público o cuando incumplan con los parámetros en la normativa para cada uso</p> <p><b>Art. 55.-</b> Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:</p> <p>d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;</p>
<b>LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA</b>	
<b>CODIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL,</b>	

**Tabla 28.** Marco legal para el sistema de alcantarillado combinado. Continuación

<p><b>AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)</b></p>	<p><b>Art. 136.-</b> Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- Las obras o proyectos que deberán obtener licencia ambiental son aquellas que causan graves impactos al ambiente, que entrañan riesgo ambiental y/o que atentan contra la salud y el bienestar de los seres humanos, de conformidad con la ley.</p> <p><b>Art. 568.-</b> Servicios sujetos a tasas.- Las tasas serán reguladas mediante ordenanzas, cuya iniciativa es privativa del alcalde municipal o metropolitano, tramitada y aprobada por el respectivo concejo, para la prestación de los siguientes servicios:</p> <p>h) Alcantarillado y canalización</p> <p><b>Art. 583.-</b> Distribución del costo del alcantarillado.- El valor total de las obras de alcantarillado que se construyan en un municipio será íntegramente pagado por los propietarios beneficiados</p>
<p><b>CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL AMBIENTAL</b></p>	<p><b>Art. 251.-</b> Delitos contra el agua.- La persona que contraviniendo la normativa vigente, contamine, deseque o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y general los recursos hidrobiológicos o realice descargas en el mar provocando daños graves, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años.</p> <p><b>Art. 255.-</b> Falsedad u ocultamiento de información ambiental.- La persona que emita o proporcione información falsa u ocultada información que sea de sustento para la emisión y otorgamiento de permisos ambientales, estudios de impactos ambientales, auditorías y diagnósticos ambientales, permisos o licencias de aprovechamiento forestal, que provoquen el cometimiento de error por parte de la autoridad ambiental, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.</p>
<p><b>LEY ORGÁNICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA</b></p>	<p><b>Art 1.-</b> La presente Ley tiene por objeto propiciar, fomentar y garantizar el ejercicio de los derechos de participación de las ciudadanas y los ciudadanos, colectivos, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, pueblos afroecuatorianos y montubio, y demás formas de organización lícitas, de manera protagónica, en la toma de decisiones que corresponda, organización colectiva autónoma y la vigencia de las formas de gestión pública con el concurso de la ciudadanía; instituir instancias, mecanismos, instrumentos y procedimientos de deliberación pública entre el Estado, en sus diferentes niveles de gobierno, y la sociedad, para el seguimiento de las políticas públicas y la prestación de servicios públicos; fortalecer el poder ciudadano y sus formas de expresión; y, sentar las bases para el funcionamiento de la democracia participativa, así como, de las iniciativas de rendición de cuentas y control social.</p>

**Tabla 29.** Marco legal para el sistema de alcantarillado combinado. Continuación

<b>Marco legal referencial y sectorial</b>	
<b>LEY ORGÁNICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA</b>	<p><b>Art 2.-</b> El Proceso de Participación Social (PPS) se realizara de manera obligatoria en todos los proyectos o actividades que requieran la licencia ambiental tipo II, III y IV.</p> <p><b>Art 4.-</b> Principios de la participación.- La participación de la ciudadanía en todos los asuntos de interés público es un derecho que se ejercerá a través de los mecanismos de la democracia representativa, directa y comunitaria.</p> <p><b>Art 11.-</b> La convocatoria al Proceso Social (PPS) y la difusión del borrador del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental su equivalente, se realizara a través de uno o varios medios de comunicación de amplia difusión pública del Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto: radio, prensa, televisión y otros mecanismos complementarios de información y comunicación.</p> <p>La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.</p> <p><b>4.2.1.2</b> En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua</p>
<b>TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA), LIBRO VI, ANEXO I: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA</b>	

## **5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD**

La Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA-MEJIA, EP es la entidad encargada de ejecutar proyectos referentes al saneamiento ambiental, dentro de estos se encuentra el proyecto de construcción y operación del alcantarillado cambiando de la parroquia Tambillo Centro. Dicha parroquia cuenta con una topografía plana, sin embargo, es propensa a taponamientos e inundaciones.

El sistema de alcantarillado combinado de la parroquia de Tambillo Centro cubre una área de 22,60 ha con una longitud total de la red de 4207,69 m, los diámetros de las tuberías varían entre 250 mm y 600 mm. Dentro de la red se va a implementar 80 pozos. Para el diseño de la red de alcantarillado se usó la normativa Co 10.07-601, con un tiempo de vida estimado de 30 años y una densidad poblacional de 66.37 hab/Ha.

El proyecto de alcantarillado combinado está constituido por las etapas de construcción, operación y mantenimiento.

### **Actividades a desarrollarse en la fase de construcción:**

El tiempo aproximado para la implantación del sistema de alcantarillado combinado es de dos meses, en donde se realiza las siguientes actividades:

#### **A) Replanteo**

En el proceso de replanteo se mide y dimensiona el terreno del proyecto con las alineaciones y cotas especificadas en el diseño de alcantarillado.

#### **B) Excavaciones de zanjas**

Las excavaciones de zanjas se realizan para colocar tuberías, en este caso de PVC. Se toma en cuenta la topografía del terreno, las especificaciones técnicas de diseño y normativas de seguridad.

### **C) Instalación de tuberías de PVC**

La instalación corresponde a las operaciones que realiza el constructor, que a la vez comprueba el correcto funcionamiento de las tuberías para una futura operación.

### **D) Construcción de obras hidráulicas (pozos de revisión y sumideros)**

Los pozos de revisión y sumideros se construyen en base a las especificaciones del diseño de alcantarillado y normas técnicas.

### **E) Conexiones domiciliarias**

Se realiza excavaciones adecuadas para la colocación de las tuberías, luego se procede a la realización del relleno compacto y a la construcción de cajas de revisión en el sitio más propicio para la descarga y recolección del agua residual.

### **F) Limpieza y remoción material de construcción**

Dentro de la limpieza y remoción del material de construcción se realiza el retiro de los escombros generados en el lugar de instalación del sistema de alcantarillado, esto son depositados en el relleno sanitario del Cantón Mejía.

### **Actividades a desarrollarse en la fase de operación y mantenimiento:**

Una vez que el sistema de alcantarillado combinado entre en operación, este debe ser inspeccionando frecuentemente y tener mantenimientos periódicos con el fin de evitar contratiempos en su funcionamiento, por ende se tiene los siguientes aspectos:

#### **A) Mantenimiento de las redes de alcantarillado**

Se realiza inspecciones mensuales a las redes de alcantarillado y a la vez descartar y reparar daños en dicha red, para luego dar un mantenimiento al sistema de tuberías, pozos de revisión, sumideros y colectores. Dicho mantenimiento se realiza mediante el equipo hidrosuccionador (maquinaria pesada), palas, picos, carretillas y equipo de protección personal. Por otra parte es necesario realizar mantenimientos periódicos a las válvulas y accesorios del sistema.



## B) Limpieza de la tubería de alcantarillado

Los desechos sólidos recolectados en el proceso de mantenimiento son enviados al relleno sanitario del Cantón Mejía, mientras que los desechos líquidos son descargados en el Río San Pedro sin previo tratamiento.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Tabla 30. Descripción del proceso

INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
Materiales, insumos, equipos	Fase del Proceso	Impactos Potenciales
Reconocimiento del sitio del proyecto	<b>Fase de Construcción:</b> Reconocimiento del sitio del proyecto.	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.
Personal de obra	<b>Fase de Construcción:</b> Contratación de servicios.	Generación de empleos
Vehículos de transporte	<b>Fase de Construcción:</b> Transporte de materiales de construcción y personal técnico.	Generación de ruido y emisión de gases por el tránsito de los vehículos de transporte.
Maquinaria pesada: Retroexcavadora	<b>Fase de Construcción:</b> Movimientos de tierras, remoción de cubierta vegetal.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje. Generación de residuos sólidos (escombros). Afectación a predios públicos o privados. Emisión de polvo y ruido.
Herramientas manuales: Pico, palas, barra	<b>Fase de Construcción:</b> Excavaciones de zanjas, nivelación de fondo de la zanja.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje. Generación de residuos sólidos (escombros). Generación de polvo.

**Tabla 31.** Descripción del proceso. Continuación

<b>Materiales, insumos, equipos</b>	<b>Fase del Proceso</b>	<b>Impactos Potenciales</b>
Herramientas manuales: Tablones, clavos, martillo, serrucho y saquillos	<b>Fase de Construcción:</b> Elaboración de entibados de madera, protección de taludes de zanja.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje. Generación de residuos sólidos (escombros). Emisión de polvo y ruido.
Tuberías PVC, válvulas y accesorios	<b>Fase de Construcción:</b> Colocación de tuberías PVC, válvulas y accesorios.	Alteración de las geoformas del terreno de implantación. Molestias a la población aledaña por la obstrucción de veredas y vías. Emisión de polvo y ruido.
Material de construcción: Varillas de hierro, piedra, arena, ripio, cemento	<b>Fase de Construcción:</b> Construcción de obras hidráulicas (pozos de revisión y sumideros), colocación de hormigón.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje por el material de construcción. Generación de residuos sólidos (escombros, arena y varillas de hierro sobrante). Molestias a la población aledaña por la obstrucción de veredas y vías.
Tuberías y material de construcción	<b>Fase de Construcción:</b> Construcción de conexiones domiciliarias, colocación de hormigón.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje por el material de construcción. Generación de residuos sólidos (escombros, arena y varillas de hierro sobrante).

**Tabla 24.** Descripción del proceso. Continuación

<b>Materiales, insumos, equipos</b>	<b>Fase del Proceso</b>	<b>Impactos Potenciales</b>
Maquinaria pesada: Compactador	<b>Fase de Construcción:</b> Colocación del material extraído de las zanjas para cubrir las tuberías de PVC con procedimientos de compactación.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje. Emisión de polvo y ruido. Molestias a la población aledaña por la obstrucción de veredas y vías.
Herramientas manuales: Tabla de encofrado, moldes, clavos, martillo, serrucho	<b>Fase de Construcción:</b> Encofrado/ desencofrado. Construcción de moldes para la producción de hormigón.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje. Emisión de polvo y ruido. Generación de residuos sólidos (escombros).
Inspecciones y monitoreo	<b>Fase de Operación y Mantenimiento:</b> Supervisión, chequeo y seguimiento de actividades.	Generación de residuos sólidos (basuras, escombros, lodos). Mejoramiento de la calidad de vida de la población.
Tuberías, personal técnico, maquinaria pesada	<b>Fase de Mantenimiento:</b> Reparación de tuberías. Limpieza de tubería de alcantarillado y sumideros.	Generación de residuos sólidos (basuras, escombros, lodos). Emisión de polvo y ruido. Mejoramiento de la calidad de vida de la población.

## **7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN**

### **COMPONENTE SOCIO AMBIENTAL**

#### **7.1. Físico**

##### **7.1.1. Región geográfica**

El sistema de alcantarillado combinado está ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Tambillo, Barrio Tambillo Centro.

##### **7.1.2. Superficie del área de implantación**

El área de implementación del sistema de alcantarillado combinado cubre una área de 22,60 ha, con una longitud de 4207,70 m.

##### **7.1.3. Altitud**

La Parroquia de Tambillo está a 2800 msnm promedio, las alturas máximas oscilan entre 4000 - 4200 msnm, mientras que las alturas mínimas bordean los 2300 - 2500 msnm. (PDyOT, 2015)

##### **7.1.4. Clima**

Tambillo posee un clima húmedo templado con una temperatura media anual de 18,1 °C. La precipitación promedio anual es de 1.500 mm, los meses más lluvioso son septiembre y mayo, y los más secos son julio y agosto. (PDyOT, 2015)

##### **7.1.5. Geología**

La parroquia se encuentra dentro de un pequeño valle que es el resultado del encuentro de capas geotécnicas, como la corteza Oceánica y Cordillera Occidental al Este y al Oeste esta las rocas metamórficas de la Cordillera Real, así también, se asientan en las placas tectónicas del Nazca y Sudamérica. (PDyOT, 2015)

#### **7.1.6. Geomorfología**

Dicha parroquia presenta rocas sedimentarias marinas de composición andesita basáltica con intercalaciones de meta sedimentos de edad cretácica y presentan capas más recientes que son linos arenosos llamados cangahua. (Wolf, 2015)

#### **7.1.7. Suelos**

El suelo de la parroquia de Tambillo es apto para el desarrollo de cultivos y ganadería. En zonas periféricas de la cabecera parroquial se cultiva sin métodos específicos, lo cual indica que la calidad del suelo es propicio para los productos agrícolas. El tipo de suelo predominante es Mollisol y Ultisol. (Tambillo, 2015)

#### **7.1.8. Zonas de Riesgo**

Dicha parroquia esta propensa a riesgos volcánicos, debido a la posible erupción del Volcán Cotopaxi y del Volcán Ninahuilca. Por otro lado las fuertes precipitaciones producen que el centro de la parroquia sufra inundaciones debido al desborde de la Quebrada Tambillo Yacu. (PDyOT, 2015)

#### **7.1.9. Ocupación actual del área de implantación**

El área de implantación del proyecto de alcantarillado combinado en su mayoría es empleado para la construcción de zonas residenciales y negocios. (PDyOT, 2015)

#### **7.1.10. Pendiente y tipo de suelo**

Las pendientes de la Parroquia Tambillo son planas, la cuales producen que los causes de los ríos o quebradas acumulen sus aguas y lodo en el centro de la parroquia. El 56 % del territorio parroquial posee suelos fértiles de tipo Mollisol. Estos suelos se caracterizan por tener minerales con superficie muy oscura, de gran espesor y rica en epipedónmóllico. (Tambillo, 2015)

#### **7.1.11. Condiciones de drenaje**

Según el Manual de Gestión de Riesgos para las Parroquias del Cantón Mejía, existe un drenaje moderado debido a la pendiente plana, por lo que no se ha observado inundaciones de gran magnitud. (Tambillo, 2015)

#### **7.1.12. Hidrología**

El proyecto de alcantarillado combinado desemboca sus agua en dos unidades hidrográficas: al Sur la Quebrada Tambillo Yacu y al Norte la Quebrada La Chorrera. (PDyOT, 2015)

#### **7.1.13. Aire**

Dentro del territorio del proyecto hay presencia de gases contaminantes ocasionados por la circulación vehicular y procesos industriales, así mismo, las carretas de tierra generan polvo, lo cual afecta a la población del sitio. Dentro de área del proyecto no se encontró industrias que afecten al aire.

#### **7.1.14. Ruido**

Mediante visitas técnicas al sitio del proyecto se evidenció que los niveles de ruido en la zona son tolerables sin afectación a la población.

### **7.2. Biótico**

#### **7.2.1. Ecosistemas**

La zona del proyecto corresponde al Bosque Húmedo Montano Bajo, el cual incluye vegetación de transición entre bosques montanos y el páramo, se encuentra a una altura de 2000 - 3000 msnm con una precipitación de 2900 mm. Por otro lado el proyecto no se encuentra en ningún área protegida. (Tambillo, 2015)

#### **7.2.2. Cobertura vegetal**

La cobertura vegetal de la parroquia ha sido reemplazada por zonas residenciales e industriales, en sus alrededores se puede visualizar plantas ornamentales. (Tambillo, 2015)

### **7.2.3. Flora**

En el área del proyecto se evidencian plantas ornamentales dentro de las residencias y muy pocos sembríos de papas, maíz, habas, etc, debido a cambios del uso del suelo y expansión poblacional.

### **7.2.4. Fauna**

Dentro del área del proyecto se identificó la existencia de animales domésticos y de granja como: perros, gatos, vacas y cerdos.

### **7.2.5. Medio perceptual**

El proyecto de alcantarillado combinado está ubicado dentro de una zona urbana de la Parroquia de Tambillo. Las principales actividades de la población son: negocios propios e industrias, una minoría se dedica a la agricultura y floricultura, esto se evidenció en las visitas técnicas. El paisaje del proyecto se ve afectado en la etapa de construcción debido a la remoción de tierras y colocación de tuberías, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento no afecta al paisaje.

## **7.3. Social**

### **7.3.1. Demografía**

Según INEN (2010), la Parroquia de Tambillo cuenta con una población de 8.319 habitantes, dicha parroquia posee una tasa de crecimiento anual del 1,26 %.

### **7.3.2. Descripción de los principales servicios (salud, alimentación, educación)**

#### **7.3.2.1. Salud**

Tambillo dispone de un Sub Centro de Salud del Ministerio de Salud Pública pertenece al área de salud N° 8 que brinda un servicio gratuito a la población, cuenta con servicios de medicina general, obstetricia, odontología y emergencia. (PDyOT, 2015)

#### **7.3.2.2. Alimentación**

Los moradores de la Parroquia Tambillo adquieren sus alimentos en su mayoría del mercado de Machachi, por otro lado la parroquia posee un suelo propicio para la agricultura lo que genera sembríos de maíz, papas, habas, etc., y es utilizada para el autoconsumo. (Tambillo, 2015)

#### **7.3.2.3. Educación**

La parroquia del proyecto cuenta con nueve Instituciones Educativas: dos jardines de infantes, seis escuelas y un colegio (PDyOT, 2015). Dentro del proyecto están consideradas 2 escuelas.

#### **7.3.3. Actividades socioeconómicas**

La población de la Parroquia de Tambillo realiza actividades como el comercio, agricultura y ganadería, entre otras fuentes de ingreso están los empleados en instituciones públicas y privadas. (PDyOT, 2015)

#### **7.3.4. Organización social (asociaciones, gremios)**

La organización social de la Parroquia Tambillo está distribuida por: (PDyOT, 2015)

- ✓ Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tambillo
- ✓ Junta Parroquial de Tambillo
- ✓ Junta administradora de agua potable de Tambillo.
- ✓ Barrios y comunidades
- ✓ Liga Deportiva Parroquial de Tambillo

#### **7.3.5. Aspectos culturales**

En la parroquia predomina el grupo étnico mestizo, cuyo idioma es el castellano. En sus alrededores se encuentra patrimonio tangible e intangible como monumentos históricos, turísticos y naturales. Sus festividades se las realiza en el mes de agosto. (PDyOT, 2015)



## 8. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla 25. Principales impactos ambientales

Principales Impactos Ambientales			
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo / Negativo	Etapas del Proyecto
Contratación de servicios y personal de obra	Generación de empleos.	Positivo	Construcción
	Riesgos laborales.	Negativo	Construcción
Transporte de materiales de construcción y personal técnico	Generación de ruido y emisión de gases por el tránsito de los vehículos de transporte.	Negativo	Construcción
Movimientos de tierras, remoción de cubierta vegetal	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje.	Negativo	Construcción
	Generación de residuos sólidos (escombros).	Negativo	Construcción
	Afectación a predios públicos o privados.	Negativo	Construcción
	Emisión de polvo y ruido.	Negativo	Construcción
Excavaciones de zanjas, nivelación de fondo de la zanja	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje.	Negativo	Construcción
	Generación de residuos sólidos (escombros).	Negativo	Construcción
	Generación de polvo.	Negativo	Construcción
Elaboración de entibados de madera, protección de taludes de zanja	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje.	Negativo	Construcción
	Generación de residuos sólidos (escombros).	Negativo	Construcción
	Emisión de polvo y ruido.	Negativo	Construcción

**Tabla 32.** Principales impactos ambientales. Continuación

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo / Negativo	Etapa del Proyecto
Colocación de tuberías PVC, válvulas y accesorios	Alteración de las geoformas del terreno de implantación.	Negativo	Construcción
	Molestias a la población aledaña por la obstrucción de veredas y vías.	Negativo	Construcción
	Emisión de polvo y ruido.	Negativo	Construcción
Construcción de obras hidráulicas: pozos de revisión, sumideros y conexiones domiciliarias, colocación de hormigón.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje por el material de construcción.	Negativo	Construcción
	Generación de residuos sólidos (escombros, arena y varillas de hierro sobrante).	Negativo	Construcción
	Molestias a la población aledaña por la obstrucción de veredas y vías.	Negativo	Construcción
Colocación del material extraído de las zanjas para cubrir las tuberías de PVC con procedimientos de compactación.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje.	Negativo	Construcción
	Generación de residuos sólidos (tierra).	Negativo	Construcción
	Emisión de polvo y ruido.	Negativo	Construcción
Encofrado/ desencofrado. Construcción de moldes para la producción de hormigón.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje.	Negativo	Construcción
	Emisión de polvo y ruido.	Negativo	Construcción
	Generación de residuos sólidos (escombros).	Negativo	Construcción

**Tabla 33.** Principales impactos ambientales. Continuación

<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Positivo / Negativo</b>	<b>Etapas del Proyecto</b>
Inspecciones y monitoreo	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.	Positivo	Operación y mantenimiento
Reparación de tuberías.	Mejoramiento en el servicio de la red de alcantarillado.	Positivo	Mantenimiento
	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.	Positivo	Mantenimiento
Limpieza de tubería de alcantarillado y sumideros.	Generación de residuos sólidos (basuras, escombros, lodos).	Negativo	Mantenimiento
	Emisión de polvo y ruido.	Negativo	Mantenimiento
	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.	Positivo	Mantenimiento

**9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)**

El Plan de Manejo Ambiental comprende los siguientes planes:

**Tabla 26.** Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, PPM

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS</b> <b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Prevenir y controlar la contaminación generada por las actividades ejecutadas durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de la red de alcantarillado combinado.					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Parroquia Tambillo Centro					
<b>RESPONSABLE:</b> Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZA (meses)
Transporte de materiales de construcción.	Generación de ruido y emisión de gases por el tránsito de los vehículos de transporte.	✓ Cubrir con plástico el material transportado en los vehículos. ✓ Mantenimiento preventivo de los vehículos. ✓ Rociar con agua las vías de acceso al sistema de alcantarillado combinado.	Número de vehículos cubiertos con plástico/ Número de vehículos operando	✓ Registro fotográficos. ✓ Copias de matrícula y aprobados de la revisión técnica vehicular	2 meses
Movimientos de tierras, remoción de cubierta vegetal	Generación de residuos sólidos (escombros).	Los residuos generados por el proyecto serán entregados a los gestores del Relleno Sanitario del Cantón Mejía.	Cantidad de residuos sólidos entregados a los gestores ambientales en kilogramos (kg).	Procedimientos de control y registros de los desechos sólidos	2 meses
	Emisión de polvo	Rociar con agua las vías de acceso al sistema de alcantarillado combinado.	Cantidad de agua rociada en las vías en metros cúbicos (m <sup>3</sup> ).	Registro fotográficos.	2 meses

**Tabla 26.** Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, PPM. Continuación

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZA (meses)
Excavaciones de zanjas, nivelación de fondo de la zanja	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje.	Excavar únicamente el área diseñada para el proyecto y al finalizar retomar las condiciones iniciales del sitio.	Área de excavada/ Área excavada	Planos y diseños del proyecto.	2 meses
Colocación del material extraído de las zanjas para cubrir las tuberías de PVC con procedimientos de compactación.	Alteración del suelo, cubierta vegetal y paisaje y generación de residuos sólidos (tierra).	La tierra extraída del sitio del proyecto será reutilizada para el cubrimiento de tuberías después de ser colocadas.	Volumen de tierra extraído (m <sup>3</sup> ) / Volumen de tierra reutilizado (m <sup>3</sup> ).	✓ Registro de movimiento de tierras. ✓ Registros fotográficos.	2 meses
Inspecciones y monitoreo. Reparación de tuberías.	Mejoramiento en el servicio de la red de alcantarillado y de la calidad de vida de la población.	Revisión periódica de tuberías, válvulas y accesorios para detectar conexiones defectuosas o rupturas.	Inspecciones realizadas / Inspecciones planificadas a realizarse.	✓ Registro de inspecciones y mantenimientos. ✓ Registros de averías.	12 meses

Tabla 27. Plan de Manejo de Desechos, PMD

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS					
OBJETIVOS: Gestionar el manejo de desechos sólidos generados durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado combinado.		LUGAR DE APLICACIÓN: Parroquia Tambillo Centro		RESPONSABLE: Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.	
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZA (mes)
Movimientos de tierras, remoción de cubierta vegetal	Generación de residuos sólidos (escombros, tierra).	Los residuos sólidos (escombros, tierra) generados en el proyecto serán entregados a los gestores autorizados del Cantón Mejía (relleno sanitario).	Cantidad de escombros generados (kg) / Cantidad de escombros entregado al gestor autorizado.	Registro de la cantidad de escombros generados en la implantación de las redes de alcantarillado.	2 me
Excavaciones de zanjas, nivelación de fondo de la zanja	Generación de residuos sólidos (escombros, tierra).	Los residuos sólidos como escombros y tierra serán entregados a los gestores autorizados del Cantón Mejía, mientras que los residuos como maderas y clavos serán reutilizados en otros proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cantidad de escombros generados (kg) / Cantidad de escombros separados</li> <li>✓ Cantidad de escombros entregado al gestor autorizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro de residuos sólidos generados.</li> <li>✓ Cadenas de custodia internas de la EPAA, MEJÍA.</li> </ul>	2 me
Elaboración de entibados de madera, protección de taludes de zanja	Generación de residuos sólidos (escombros, tierra, madera, clavos).				

**Tabla 36.** Plan de Manejo de Desechos. PMD. Continuación

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLA (mes)
<p>Construcción de obras hidráulicas: pozos de revisión, y sumideros conexiones domiciliarias, colocación de hormigón</p>	<p>Generación de residuos sólidos (escombros, arena y varillas de hierro sobrante, piedras, cemento)</p>	<p>Según la NTE INEN 2841 (2014), los residuos sólidos serán separados en reciclables y no reciclables los mismos serán puestos en fundas de plástico. Azul: reciclable Negra: no reciclable</p>	<p>✓ Numero de fundas azules y negras generadas en el proyecto. ✓ Porcentaje de material reutilizable.</p>	<p>✓ Registro del número de fundas azules y negras generadas en el proyecto. ✓ Registro del material reciclable.</p>	<p>4 me</p>
<p>Limpieza de tubería de alcantarillado y sumideros.</p>	<p>Generación de residuos sólidos (lodos)</p>	<p>Los lodos generados en los mantenimientos producto del taponamiento de tuberías serán recolectados en costales y situados temporalmente en un área adecuada sin afectar al entorno.</p>	<p>✓ Numero de costales de residuos sólidos (lodos) generados por mes.</p>	<p>✓ Registro del número de costales de residuos sólidos (lodos) ✓ Evidencias fotográficas.</p>	<p>12 m</p>

**Tabla 28.** Plan de Comunicación y Capacitación, PCC

<b>PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL</b> <b>PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Capacitar al personal de la EPAA- MEJÍA, EP de forma precisa y comprensible todas las actividades que se desarrollan en las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Parroquia Tambillo Centro					
<b>RESPONSABLE:</b> Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLA (mes)
Contratación de servicios y personal de obra	Riesgos laborales en los trabajadores que no utilizan el equipo de protección personal (EPP).	Capacitar al personal de la EPAA- MEJÍA, EP sobre accidentes e incidentes de trabajo (primeros auxilios, uso correcto del EPP, uso de maquinarias).	Número de personas propuestas / Número de personas capacitadas.	✓ Programa de formación para el personal de la EPAA- MEJÍA, EP.  ✓ Registro de asistencia.	Semes
Construcción de obras hidráulicas y mantenimiento de la red de alcantarillado	Generación de residuos sólidos	Capacitar al personal e la EPAA- MEJÍA, EP acerca de: ✓ Separación de los residuos sólidos. ✓ Clasificación de desechos peligrosos, no peligrosos y comunes. ✓ Potenciales aspectos e impactos ambientales que generan alteraciones a la calidad del ambiente. ✓ Correcto manejo de desechos sólidos y líquidos.	Porcentaje de personal de la EPMAPAL capacitado	✓ Programa de formación para el personal de la EPAA- MEJÍA, EP.  ✓ Registro de asistencia.	Semes



Tabla 29. Plan de Relaciones Comunitarias, PRC

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
<p><b>OBJETIVOS:</b> Fomentar vínculos de buena relación y confianza con la comunidad del área de influencia, a la vez comunicar a los moradores las posibles molestias y medidas ambientales que se consideraran durante las diferentes actividades del proyecto.</p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Parroquia Tambillo Centro</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.</p>					
Colocación de tuberías PVC, válvulas y accesorios y construcción de obras hidráulicas	Molestias a la población aledaña por la obstrucción de veredas y vías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Programar y realizar una reunión informativa previa al inicio de los trabajos de construcción para dar a conocer las actividades del proyecto.</li> <li>✓ Receptar observaciones y quejas sobre el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Número de personas convocadas a la socialización / Número de personas socializadas.</li> <li>✓ Numero de observaciones y quejas receptadas / Numero de observaciones y quejas solucionadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro de asistencia.</li> <li>✓ Registro de observaciones y quejas.</li> <li>✓ Evidencias fotográficas.</li> </ul>	Reunión informativa antes del inicio de las fases de construcción
Inspecciones y monitoreo	Mejoramiento de la calidad de vida de la población.	Informar a la comunidad del área de influencia las principales características del proyecto y los impactos ambientales que este genera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de personas convocadas a la socialización /</li> <li>Número de personas socializadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro de asistencia.</li> <li>✓ Evidencias fotográficas.</li> </ul>	Reunión informativa antes del inicio de las fases de construcción operación mantenimiento

Tabla 30. Plan de Contingencias, PDC

PLAN DE CONTINGENCIAS PROGRAMA DE CONTINGENCIA					
OBJETIVOS: Prevenir y controlar cualquier evento adverso que se presente durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la red de alcantarillado combinado, así mismo establecer el correcto uso de equipo de protección personal (EPP).					
LUGAR DE APLICACIÓN: Parroquia Tambillo Centro					
RESPONSABLE: Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLA (mes)
Eventos adversos (incendios, sismos y eventos naturales) durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de la red de alcantarillado.	Depende del tipo de evento o emergencia que se presente: Incendios generados en el área y/o aledaños del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desarrollar un Plan de Contingencias, en el cual conste de simulacros y medidas de prevención de incendios.</li> <li>✓ Cualquier evento o emergencia se comunicara inmediatamente a la Autoridad Ambiental Competente.</li> </ul>	Número de personal participante en los simulacros / Numero de personal que labora en las distintas fases del proyecto.	Cumplimiento del Plan de Contingencias.	12 m
Manejo incorrecto de la maquinaria pesada y del equipo de protección personal (EPP)	Accidentes e incidentes de trabajo, generando caídas, cortaduras, lumbalgias, etc.	Notificar a los responsables del proyecto los accidentes e incidentes laborales ocurridos durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de la red de alcantarillado.	Número de emergencias ocurridas / Número de emergencias notificadas	Registro documental (oficios)	12 m

**Tabla 31.** Plan de Seguridad y Salud ocupacional, PSS

<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b> <b>PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Prevenir los posibles riesgos, accidentes e incidentes laborales durante las fases de construcción, mantenimiento y operación de la red de alcantarillado.					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Parroquia Tambillo Centro <b>RESPONSABLE:</b> Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLA (mes)
Maquinaria pesada utilizada para la fase de construcción y mantenimientos de la red de alcantarillado	Riesgo de atropellamiento o arrollamiento durante las fases de construcción y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implementar conos de seguridad para señalar las áreas de influencia.</li> <li>✓ Utilizar chalecos de seguridad.</li> <li>✓ Realizar los trabajos de construcción y mantenimiento en horas de luz natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Áreas señalizadas / Áreas de trabajo.</li> <li>✓ Registros de trabajo de mantenimiento.</li> <li>✓ Horas de trabajo entre 08:00 y 17:00.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hoja de ruta de los trabajos.</li> <li>✓ Control en las horas de trabajo.</li> <li>✓ Evidencias fotográficas</li> </ul>	12 m
Verificación de uso apropiado del equipo de protección personal (EPP).	Accidentes y/o enfermedades ocupacionales	Capacitar al personal que labora en las actividades de construcción, operación y mantenimiento de la red de alcantarillado sobre el uso apropiado del equipo de protección personal (EPP), es decir, uso de ropa de trabajo, mascarilla, guantes, botas, gafas y casco de protección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje del personal de la EPAA- MEJÍA, EP capacitado sobre el uso correcto del EPP.</li> <li>✓ Numero de EPP utilizados / Numero de EPP entregados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Programa de formación para el personal de la EPAA- MEJÍA, EP.</li> <li>✓ Registro de asistencia.</li> </ul>	Seme

Tabla 32. Plan de Monitoreo y Seguimiento, PMS

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
<b>OBJETIVOS:</b> Verificar el cumplimiento de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Parroquia Tambillo Centro					
<b>RESPONSABLE:</b> Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLA (me
Incumplimiento del Plan de Manejo Ambiental	Alteración de la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos (escombros); alteración de la calidad del aire por la emisión de ruido y polvo; lo cual produce multas e incluso retiros de permisos ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar mantenimientos periódicos en la red de alcantarillado.</li> <li>✓ Realizar procedimientos medioambientales para una correcta gestión de los residuos sólidos.</li> <li>✓ Inspeccionar constantemente la red de alcantarillado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Número de procedimientos medioambientales realizados.</li> <li>✓ Número de inspecciones y mantenimientos programados / Número de inspecciones y mantenimientos realizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registros de cantidad de residuos sólidos recolectados en la red de alcantarillado.</li> <li>✓ Registro de mantenimientos.</li> </ul>	12 m

Tabla 33. Plan de Rehabilitación, PRA

PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS					
PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS					
<b>OBJETIVOS:</b> Determinar procedimientos para remediar los impactos ambientales causados por la fase de construcción de la red de alcantarillado combinado.					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Parroquia Tambillo Centro					
<b>RESPONSABLE:</b> Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLA (me
Preparación del terreno (modificación de la topografía y geomorfología local)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alteración de la cobertura vegetal, paisajes, predios privados, públicos o daños a terceros.</li> <li>✓ Alteración de la calidad del aire por emisiones de ruido y polvo</li> <li>✓ Alteración de la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos</li> <li>✓ Alteración de la calidad del suelo por modificaciones geomorfológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpieza, reacondicionamiento y recomposición de las áreas afectadas principalmente las vías (reparación de pavimentos y lastre de los caminos), alumbrados y veredas.</li> <li>✓ Restauración de la capa vegetal mediante la reforestación.</li> </ul>	Área del proyecto total (m <sup>2</sup> )/ Área del proyecto rehabilitado (m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro de área total del proyecto rehabilitadas.</li> <li>✓ Evidencias fotográficas.</li> </ul>	Inme despu de haya ocurri impac ambie
Movimientos de tierras, remoción de cubierta vegetal					
Compactación del suelo					

Tabla 34. Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área, PCA

PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA PROGRAMA DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA					
OBJETIVOS: Habilitar el área de implantación de la red de alcantarillado una vez que haya cumplido con su vida útil.					
LUGAR DE APLICACIÓN: Parroquia Tambillo Centro					
RESPONSABLE: Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA- MEJÍA, EP.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Desmantelamiento de la red de alcantarillado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alteración de la calidad del suelo (modificaciones geomorfológicas).</li> <li>✓ Riesgos a la salud y seguridad humana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Notificar a la Autoridad Ambiental Responsable sobre el cierre y abandono del proyecto de alcantarillado.</li> <li>✓ Elaborar un cronograma con las actividades de cierre y abandono del proyecto de alcantarillado.</li> </ul>	<p>Área del proyecto total (m<sup>2</sup>)/ Área del proyecto desmontado (m<sup>2</sup>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evidencias fotográficas</li> <li>✓ Registro de actividades de cierre y abandono según el cronograma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 6 meses antes de ejecutar la fase de cierre y abandono</li> <li>✓ 6 meses después de haber concluido la fase de cierre y abandono.</li> </ul>
	Recolección de residuos sólidos (escombros)	Alteración de la calidad ambiental del área del proyecto.	Los residuos sólidos (escombros) generados serán entregados a los gestores ambientales calificados del Cantón Mejía.	Residuos sólidos generados en el desmantelamiento de la red de alcantarillado en kilogramos (kg).	Registro de residuos sólidos (escombros)
	Emisión de ruido y polvo	Uso de EPP (mascarillas y protectores de oídos).	Numero de EPP utilizados / Numero de EPP entregados	Registro de entrega de EPP.	

## **10. PROCESO DE PARTICIPACIÓN SOCIAL**

El proceso de Participación Social se ejecutará mediante la Ley Orgánica de Participación Ciudadana en correspondencia con los artículos 1, 2, 4 y 11, y al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS) – Libro VI: De la Calidad Ambiental - Capítulo III: Del Objetivo y los Elementos Principales del Sub - Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Artículo 20, el cual establece los mecanismos y procedimientos para realización de dicho proceso, además, definirá los parámetros referentes a la participación de la ciudadanía dentro del proyecto de alcantarillado combinado.

Dicho proceso estará dirigido a los barrios de la Parroquia Tambillo Centro, que es el área de influencia del proyecto, cuya finalidad es recopilar todos los criterios, opiniones, observaciones, inquietudes y quejas de la población referentes a impactos ambientales y socioeconómicos. Del mismo modo, estará orientado al personal propio, contratistas y subcontratistas que realicen actividades durante las diferentes etapas del proyecto de alcantarillado, mediante una metodología específica y mecanismos estratégicos para establecer una comunicación con la comunidad involucrada.

Los actores principales dentro de este proceso serán: directiva de la parroquia (presidente), directiva del proyecto y población del área de influencia, a los cuales se les enviará convocatorias.

### **10.1. OBJETIVOS:**

- ✓ Informar a los actores principales de la Parroquia Tambillo Centro sobre las actividades que se desarrollan en la fase de construcción del proyecto “Construcción y operación del sistema de alcantarillado combinado de la Parroquia Tambillo Centro”, sus impactos positivos y negativos en el área ambiental, social y económica, para considerar e incorporar las opiniones y observaciones de la ciudadanía.
- ✓ Responder preguntas e inquietudes del proyecto por parte de los actores principales mediante un foro abierto.
- ✓ Establecer relaciones participativas y cooperativas con la población del área de influencia para evitar conflictos que afecten las actividades de este proyecto.
- ✓ Ejecutar el proyecto mediante una relación equilibrada con la población del área de influencia y el medio ambiente.

## 10.2. METODOLOGÍA:

El proceso de participación social será previamente coordinado con el Gobierno Autónomo Descentralizado de Tambillo y la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA-MEJIA, EP. Luego, será debidamente documentado e incorporado a la Ficha Ambiental.

El Plan de Participación Social se desarrollará con una metodología que cumpla todos los objetivos y en donde se vea involucrada la ciudadanía, las instituciones del Estado y el promotor del proyecto. Por lo tanto, se realizará reuniones informativas, mediante la entrega de convocatorias a los moradores del área de influencia. (Quiñónez, 2004)

## 10.3. DESARROLLO DE LA REUNIÓN INFORMATIVA:

Dentro de la reunión informativa el promotor explicará las principales características generales del proyecto, y a la vez, se formularán encuestas y preguntas, en donde se tomará en cuenta los criterios y observaciones de la comunidad. Entonces, se considerará los siguientes puntos:

- ✓ Presentación de los actores
- ✓ Objetivos del proyecto
- ✓ Componentes del proyecto
- ✓ Actividades que se realiza en la fase de construcción, operación y mantenimiento
- ✓ Plan de manejo ambiental
- ✓ Ronda de preguntas
- ✓ Registro de asistencia

## 11. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

**Tabla 35.** Cronograma de construcción, operación y mantenimiento del proyecto

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
<b>CONSTRUCCIÓN</b>												
Ubicación del área	X											



**Tabla 36.** Cronograma de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.  
Continuación

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
<b>CONSTRUCCIÓN</b>												
Replanteo	X											
Excavación	X											
Entibados	X											
Suministro e instalación de tubería, válvulas y accesorios	X	X										
Relleno compactado		X										
Construcción de obras hidráulicas (pozos de revisión y sumideros)		X										
Encofrado / desencofrado		X										
Construcción de Conexiones domiciliarias			X	X								
Limpieza y remoción material de construcción				X	X							
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>												
Inspección y monitoreo de la red de alcantarillado	X						X					
Mantenimiento del sistema de tuberías, pozos de revisión, sumideros y colectores.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reparación de fallas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## 12. CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

**Tabla 37.** Cronograma de actividades de construcción, operación y mantenimiento

PLAN/PROGRAMA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Presupuesto
Plan de Prevención y Mitigación Programa de Prevención y Mitigación	X	X											100

**Tabla 38.** Cronograma de actividades de construcción, operación y mantenimiento.

Continuación

PLAN/PROGRAMA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Presupuesto
<b>Plan de Manejo de Desechos</b> Programa de Manejo de Desechos	X	X	X	X									200
<b>Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental</b> Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental	X						X						100
<b>Plan de Relaciones Comunitarias</b> Programa de Relaciones Comunitarias	X						X						100
<b>Plan de Contingencias</b> Programa de Contingencia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	300
<b>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional</b> Programa de Seguridad y Salud Ocupacional	X						X						100
<b>Plan de Monitoreo y Seguimiento</b> Programa de Monitoreo y Seguimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100
<b>Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas</b> Programa de Rehabilitación de Áreas Afectadas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100
<b>Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área</b> Programa de Cierre, Abandono y Entrega del Área												X	200
<b>TOTAL</b>	<b>En letras:</b> Mil trescientos dólares americanos.												<b>1300</b> <b>\$ USD</b>

**Nota:** Los valores económicos para cada uno de los programas descritos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) fueron obtenidos y propuestos por el departamento ambiental y financiero de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA-MEJÍA, EP.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- ✓ El sistema de alcantarillado que se encuentra instalando en el barrio Tambillo Centro fue construido en el año 1975, sin un estudio técnico previo para su implementación y hasta la fecha ha cumplido su vida útil que se considera de 30 años.
- ✓ Para conocer su estado actual se realizó verificaciones del caudal en el punto de descarga hacia la quebrada “La Chorrera”, con lo cual se determinó que el sistema existente ya no cumple con los requisitos para población actual y se propone un cambio completo con un nuevo sistema.
- ✓ La topografía existente en la zona es muy irregular, presentando cambios de pendientes entre 0,1% hasta mayores al 10%. Este factor dificulta el diseño con los parámetros actuales de las normas aplicables dentro del país y la región como son la Norma de diseño para sistemas de alcantarillado de la EMAAP-Q y las normas Ex-IEOS.
- ✓ En este proyecto se propone elaborar un sistema de alcantarillado combinado, ya que tiene un costo menor que al implementar un sistema separado para las aguas servidas y las aguas pluviales, porque se elimina la construcción de varias estructuras necesarias para la separación de dichos caudales.
- ✓ El cobro del impuesto al alcantarillado que se da en el barrio Tambillo Centro por parte de la EPAA, MEJIA, EP, es el 5% del total a pagar del consumo de agua potable. Teniendo en cuenta el presupuesto propuesto se tiene que el impuesto aumentara al 9% de consumo lo cual es una tasa rentable para recuperar la inversión realizada, en un periodo de 30 años.
- ✓ El sistema de alcantarillado combinado de la Parroquia Tambillo Centro debe pasar por un proceso de regularización ambiental, ya que este garantiza el cumplimiento con la legislación ambiental del país, así también beneficia a la población involucrada y evita sanciones a la empresa promotora del proyecto. Dicho esto, el modelo de ficha ambiental y plan de manejo ambiental desarrollado en este proyecto servirán como guía para la obtención de un registro ambiental, pero cabe recalcar que la información establecida en este modelo no cuenta con los procesos de adquisición del certificado de intersección y participación social, debido a que deben ser ejecutadas por el promotor del proyecto

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que las normativas técnicas para diseños de alcantarillado amplíen sus criterios respecto a los límites de parámetros de diseño, ya que en el presente proyecto no se obtuvo la información y criterios suficientes; así estas podrían adecuarse a cada situación, es decir adecuarse al tipo de topografía del terreno y capacidad de tubería según el criterio y experiencia del diseñador.
- ✓ Una vez instalado el sistema de alcantarillado combinado en la Parroquia Tambillo Centro, se recomienda implementar una planta de tratamiento de agua residual debido a que el caudal del sistema es desfogado directamente a la Quebrada La Chorrera lo genera contaminación al agua y causa molestias a las viviendas aledañas a dicha Quebrada.
- ✓ Se recomienda socializar el proyecto de alcantarillado con los moradores de la Parroquia Tambillo Centro para dar a conocer las actividades que se realizaran en la instalación del proyecto, de esta forma evitar inconformidades con los mismos.

## CAPÍTULO 5

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguamarket. (01 de Marzo de 2018). Aguamarket. Obtenido de Aguamarket: <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=1419>
2. Ayerve, G. C. (2016). Techos de cristal en la carrera laboral de las alumnas y ex alumnas de las facultades de Ciencias, Ciencias Administrativas, Mecánica, Química y Agroindustria, y la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional. Quito: Quito, 2016.
3. Bencardino, C. M. (2008 ). Estadística y Muestreo . Bogotá: Ecoe Ediciones .
4. Carrasco, S. J. (2006). Diseño del sistema de alcantarillado combinado para los barrios de San Juan Bautista alto y bajo en la parroquia de Cumbayá. Quito: Quito/ EPN/ 2006.
5. Constituyente, A. N. (20 de octubre de 2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, Registro Oficial 449. Montecristi, Manabí, Ecuador.
6. Descentralizados, M. d. (19 de octubre de 2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Registro Oficial N° 303. Quito, Pichincha, Ecuador.
7. Ecuador, A. N. (06 de agosto de 2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, Registro Oficial N° 305. Quito, Pichincha, Ecuador.
8. EMAAP-Q. (2009). Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado - EMAAP-Q. Quito, Pichincha, Ecuador.
9. Fernández, N. Á. (2004). Investigación y técnicas de mercado. Madrid: ESiC.
10. Hernández, R. (2014). Teoría de encuestas por muestreo con aplicaciones. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
11. INAMHI. (2015). Determinación de Ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. Quito.
12. INEC, I. N. (2010). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. Obtenido de FASCÍCULO PROVINCIAL PICHINCHA: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-Tambillo>
13. INEN. (2009). INEN, TUBERÍA PLÁSTICA. TUBERÍA DE PVC RÍGIDO PARA USOS SANITARIOS EN SISTEMAS A GRAVEDAD. REQUISITOS. Quito, Pichincha, Ecuador.

14. INEN. (03 de 2014). NTE INEN 2841: GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA RECIPIENTES DE DEPÓSITO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. REQUISITOS . Quito, Pichincha, Ecuador.
15. INEN. (2015). Tapas para uso en Pozo y Redes Subterráneas. Rejillas de Alcantarillado y Requisitos de Inspección. Quito, Pichincha, Ecuador .
16. Kiely, G. (2010). Ingeniería Ambiental Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión Volumen III. España: McGraw - Hill.
17. Lopez, R. A. (2010). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
18. MAE, M. d. (13 de Febrero de 2015). Sustituyase el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Quito, Pichincha, Ecuador.
19. Malhotra, N. K. (2008). Investigación de mercados. México: PEARSON EDUCACIÓN.
20. Mejía, P. (2017). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía. Mejía, Pichincha, Ecuador.
21. Metcalf & Eddy, I. (2014). Ingeniería de Aguas Residuales; Redes de Alcantarillado y Bombeo, Cuarta Edición. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.
22. Páez Pérez, C. (2010). La evaluación de impactos ambientales. Quito.
23. PDyOT, T. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del GAD parroquial de Tambillo. Tambillo, Pichincha, Ecuador.
24. Prieto, J. E. (2009). Investigación de Mercados. En J. E. Prieto, Investigación de Mercados (págs. 77, 87, 88). Bogotá: Linotipia Bolívar.
25. Pulido San Roman, A. (2011). Estadística y técnicas de investigación social. Madrid: Pirámide.
26. Quiñónez, I. (2004). Derecho ambiental y temas de sociología ambiental. Quito: Librería Jurídica Cevallos.
27. Rojas, J. A. (2010). Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de Diseño. En J. A. Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de Diseño (págs. 17-19). Bogotá: Nuevas Ediciones S.A.
28. SENAGUA. (18 de 08 de 2014). Código ecuatoriano de la construcción de parte IX obras sanitarias, CO 10.07 - 601. Quito, Pichincha, Ecuador.
29. SUIA. (24 de mayo de 2018). Sistema Único de información Ambiental. Obtenido de MAE: <http://suia.ambiente.gob.ec/>
30. Tambillo, G. (15 de 05 de 2015). Diagnóstico por componentes de la Parroquia Tambillo. Tambillo, Pichincha, Ecuador.

31. Vivanco, M. (2005). Muestreo Estadístico. Diseño y Aplicaciones. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
32. Wolf, T. (2015). GEOGRAFÍA Y GEOLOGIA DEL ECUADOR. QUITO: LEIPZIG.

## **CAPÍTULO 6**

### **ANEXOS**



## **ANEXO I: MODELO DE ENCUESTA SOCIOECONÓMICA**

## **ANEXO II: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA**

## **ANEXO III: HOJA DE CÁLCULO**

## **ANEXO IV: PRESUPUESTO DEL SISTEMA**

**ANEXO V: PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
COMBINADO DE LA PARROQUIA TAMBILLO CENTRO**