



**UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CASERÍOS CHUMAQUI,
SIGUALO, PAMATUG Y CHAMBIATO DE LA PARROQUIA GARCÍA
MORENO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Autora: Aguaguiña Medina María Estefanía

Tutor: Ing. Mg. Moya Medina Dilón German

AMBATO - ECUADOR

Marzo – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico , previo a la obtención del título de Ingeniera Civil, con el tema: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CASERÍOS CHUMAQUI, SIGUALO, PAMATUG Y CHAMBIATO DE LA PARROQUIA GARCÍA MORENO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, elaborado por la Srta. **Aguaguña Medina María Estefanía**, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1850633890, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2022

Ing. Mg. Moya Medina Dilón German

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Aguaguña Medina María Estefanía, con C.I. 1850633890 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CASERÍOS CHUMAQUI, SIGUALO, PAMATUG Y CHAMBIATO DE LA PARROQUIA GARCÍA MORENO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2022



Aguaguña Medina María Estefanía

C.I: 1850633890

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2022



Aguaguña Medina María Estefanía

C.I: 1850633890

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante **Aguaguña Medina María Estefanía** de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CASERÍOS CHUMAQUI, SIGUALO, PAMATUG Y CHAMBIATO DE LA PARROQUIA GARCÍA MORENO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Ambato, Marzo 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Silva Tipantasig Lenin Gabriel
Miembro Calificador

Ing. Mg. Núñez Aldas Galo Wilfrido
Miembro Calificador

DEDICATORIA

El esfuerzo y la dedicación en una carrera universitaria en un ejemplo y consecuencia de las personas que están detrás.

El esfuerzo realizado dentro de este trabajo de investigación va principalmente dedicado al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me ha acompañado siempre y me ha levantado de mis continuos tropiezos en la vida, al creador de mis queridos padres y mis hermanos que son las personas más importantes y que más amo.

A mi amada madre María Elena y a la memoria de mi amado padre Marco Salomón, que han sido los pilares fundamentales durante toda mi vida siendo un gran equipo y mis modelos a seguir, siempre inculcándome valores y enseñándome a luchar con fuerza y valor para nunca rendirme ante las pruebas que se presentan en la vida.

A mis queridos hermanos Marco y Susana, que siempre estuvieron conmigo apoyándome incondicionalmente y motivándome a nunca rendirme, a mi hermanita Solcito que desde el cielo estuvo conmigo siempre.

A mis queridos amigos quienes fueron personas increíbles que me ayudaron de una u otra forma a cumplir con este gran sueño.

ESTEFANIA AGUAGUIÑA

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres un agradecimiento eterno donde me faltara una vida para demostrar lo orgullosa que estoy de ser su hija, siempre me han demostrado su infinito amor y me han enseñado que lo que se desea se puede conseguir a base de esfuerzo y dedicación sin hacer daño a ninguna persona.

A las autoridades de GAD Parroquial de García Moreno por brindarme el apoyo y la oportunidad de construir el presente proyecto técnico, cumpliendo uno de mis primeros sueños.

Un agradecimiento eterno al Ingeniero Lenin Maldonado y de manera muy especial a mi Tutor el Ingeniero Dilón Moya por su constante paciencia y colaboración en el desarrollo del presente proyecto, convirtiéndose en un amigo y eje fundamental para mí, de todo corazón espero que Dios y la Virgen María los bendiga y que nunca desmayen en su camino.

Agradecer también a mis amigos que tuve el honor de conocer a lo largo de mi carrera Universitaria, los que me han acompañado en los momentos más difíciles de mi vida y de igual manera en los momentos más maravillosos, convirtiéndose en seres humanos increíbles que estimo mucho y los cuales me han demostrado que en el mundo aún existen personas con un corazón bueno.

ESTEFANIA AGUAGUIÑA

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xx
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxiv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Fundamentación teórica	4
ASPECTOS GENERALES.....	4
1.4.1. Sistema de alcantarillado	4
1.4.2. Clasificación de los alcantarillados.....	4
□ Alcantarillado sanitario	4

□ Alcantarillado pluvial	4
□ Alcantarillado combinado	5
□ Alcantarillado mixto.....	6
1.4.3. Población de diseño	6
1.4.3.1. Población futura	6
1.4.3.2. Métodos de cálculo población futura.	7
1.4.4. Población Actual.....	8
1.4.5. Tasa de crecimiento poblacional (r%)	8
1.4.6. Densidad poblacional.....	10
1.4.7. Demanda de agua potable	11
1.4.8. Periodo de diseño.....	12
1.4.8.1. Los factores que intervienen en la selección del período de diseño son:	
12	
1.4.9. Áreas de aportación	15
1.5. Caudales de diseño	15
1.5.1. Dotación de agua potable.....	15
1.5.2. Dotación actual (Da).....	16
1.5.3. Dotación futura (Df)	16
1.5.4. Aporte domestico	17
1.5.5. Aporte Industrial	17
1.5.6. Aportes agrícolas	17
1.5.7. Infiltración y Desperdicios.....	18
1.5.8. Caudal medio diario de agua potable (QmdAP).....	18
1.5.9. Caudal medio diario sanitario (Qmds).....	18
1.5.10. Caudal de infiltración o coeficiente de infiltración (Qinfl).	19

1.5.11.	Caudal por conexiones erradas.	20
1.5.12.	Caudal máximo instantáneo (Horario) (Qins)	20
1.5.13.	Coefficiente de retorno ©.....	20
1.5.14.	Coefficiente de mayoración (M)	20
1.5.14.1.	Coefficientes de mayoracion según Harmon:	21
1.5.14.2.	Coefficiente de mayoracion según Babit:	21
1.5.14.3.	Coefficiente de mayoracion según Popel:	21
1.5.15.	Caudal extraordinario (Qext).....	22
1.5.16.	Caudal de diseño (Qd)	22
1.6.	Características hidráulicas de los conductos	23
1.6.1.	Secciones de las alcantarillas y características de la tubería	23
1.6.2.	Diámetros mínimos.....	23
1.6.3.	Velocidades Permisibles	24
1.6.3.1.	Velocidad mínima	24
1.6.3.2.	Velocidad máxima.....	24
1.6.3.3.	Coefficientes de Rugosidad	25
1.6.4.	Pendiente del canal (Gradiente hidráulica).....	25
1.6.4.1.	Pendiente mínima	26
1.6.4.2.	Pendiente máxima	27
1.6.5.	Profundidad de las tuberías.....	27
1.6.5.1.	Profundidad mínima	27
1.6.5.2.	Profundidad máxima	28
1.6.6.	Pozos de Revisión.....	28
1.6.6.1.	Pozos de Revisión con salto	30
1.6.7.	Fórmulas para el diseño hidráulico.....	30

1.6.7.1.	Formula de Chezy	30
1.6.7.2.	Formula de Manning	31
1.6.8.	Condiciones Hidráulicas de conducción.....	32
1.6.8.1.	Conducción a tubería totalmente llena	32
1.6.8.2.	Conducción a tubería parcialmente llena.	33
1.6.9.	Conexiones domiciliarias.....	35
1.7.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	36
1.7.1.	Tratamiento de aguas residuales	36
1.7.2.	Características de las aguas residuales.....	36
1.7.3.	Parámetros de las aguas residuales	38
1.7.3.1.	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).....	38
1.7.3.2.	Demanda bioquímica de oxígeno (DQO).....	38
1.7.3.3.	Potencial Hidrogeno (PH)	39
1.7.3.4.	Nitrógeno (N)	39
1.7.3.5.	Fosforo (P).....	39
1.7.3.6.	Coliformes fecales y totales	39
1.7.4.	Tipos de Agua Residual.....	39
1.7.4.1.	Agua Residual Domestica	39
1.7.4.2.	Agua Residual Industrial	40
1.7.4.3.	Agua Residual Agrícola y Ganadera	40
1.7.4.4.	Agua Residual Pluvial	40
1.7.5.	Tratamientos de agua residuales	40
1.7.5.1.	Tratamiento preliminar	40
1.7.5.2.	Tratamiento primario.....	40
1.7.5.3.	Tratamiento secundario	41

1.7.5.4.	Tratamiento terciario	41
1.7.5.5.	Tratamiento de lodos	42
1.7.6.	Componentes para el tratamiento de agua residual	42
1.7.6.1.	Cribas.....	42
1.7.6.2.	Desarenador.....	43
1.7.6.3.	Tanques Sépticos.....	44
1.7.6.4.	Filtro anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).....	45
1.7.6.5.	Sistema de lodos activados.....	45
1.7.6.6.	Porcentajes de Remoción teórica por procesos.....	45
CAPITULO II	47
MATERIALES Y MÉTODOS	47
2.1	Equipos y Materiales	47
	Programas Computacionales	48
2.2	Metodología y Nivel de Investigación	49
2.2.1	FASE 1: Fase Preliminar	49
2.2.2	FASE 2: Diseño del sistema de Alcantarillado.....	49
2.2.3	Fase 3: Evaluación de las plantas de tratamiento	49
2.2.4	Fase 4: Fase Técnica.....	50
2.3.	Fase 1: Fase preliminar del proyecto.....	50
2.3.1.	Inspección del lugar	50
2.3.2.	Muestreo Poblacional.....	50
2.3.3.	Características de las zonas del proyecto.....	50
2.3.3.1.	Características de las zonas del proyecto	51
2.4.	Fase 2: Diseño del sistema de Alcantarillado.....	52
2.4.1.	Periodo de diseño.....	52

2.4.2	Población de Diseño	53
2.4.3	Tasa de crecimiento poblacional.....	54
2.4.4	Población actual.....	54
2.4.5	Densidad poblacional.....	54
2.4.6	Dotación de agua potable.....	55
2.4.7	Calculo de caudales Agua potable	56
2.4.8	Calculo de caudales de diseño de Alcantarillado.....	57
2.4.9	Gradiente Hidráulica.....	59
2.4.10	Pendiente mínima y máximas	59
2.4.11	Diámetro de la tubería.....	60
2.4.12	Diseño hidráulico de tubería parcialmente llena.....	62
2.4.12.1	Cálculo del Área hidráulica	62
2.4.12.3	Cálculo del Radio hidráulico	63
	$Rh = APm$	63
2.4.12.4	Calculo de la Energía específica.....	63
2.4.12.5	Calculo del Ancho superficial	63
2.4.12.6	Calculo de la Profundidad hidráulica	63
2.4.12.7	Calculo del número de Froude	63
2.4.12.8	Calculo de la Tensión tractiva	63
2.5	Fase 3: Evaluación de las plantas de tratamiento	64
2.5.1.	Descripción de las características generales y físicas	64
2.5.2.	Operación y mantenimiento actual de la planta de tratamiento.....	64
2.5.3.	Diagnóstico de las Estructuras de las PTAR	64
2.5.4.	Evaluación del Funcionamiento de la planta de tratamiento	64
2.5.4.1.	Eficiencia de Remoción.....	64

2.5.5.	Evaluación de los componentes de la PTAR	65
2.5.5.1.	Porcentaje de Remoción de Contaminantes	65
2.5.5.2.	Determinación de la vida remanente de la PTAR.	65
2.6.	Fase 4: Fase Técnica.....	66
2.6.1.	Presupuesto referencial	66
2.6.2.	Especificaciones Técnicas	67
CAPITULO III		67
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		67
3.1.	FASE 1	67
3.1.1.	Inspección del lugar	67
3.1.2.	Muestreo Poblacional	68
3.1.3.	Características de la Zona del Proyecto	68
3.1.3.1.	Ubicación	68
3.1.3.2.	Relieve.....	71
3.1.3.3.	Clima	71
3.1.3.4.	Agua	71
3.1.3.5.	Actividad Económica	71
	Educación.....	72
3.1.3.6.	Servicios básicos	72
3.2.	FASE 2: Diseño del sistema del Alcantarillado	75
3.2.1.	Calculo del periodo de Diseño.....	75
3.2.2.	Calculo de la población de diseño	77
3.2.3.	Determinación del índice de crecimiento poblacional.....	77
3.2.3.1.	Método aritmético	77
3.2.3.2.	Método geométrico.....	80

3.2.3.3.	Método exponencial	83
3.2.4.	Población actual	86
3.2.5.	Población futura del caserío Sigualo.....	86
3.2.5.1.	Calculo de la población del caserío Chumaqui.	87
3.2.5.2.	Calculo de la densidad poblacional del caserío Sigualo y Chumaqui	87
3.2.5.3.	Calculo del suministro de agua potable.....	87
3.2.6.	Resultados del cálculo de caudales de Agua Potable caseríos Sigualo y Chumaqui	89
3.2.6.1.	Caudal medio diario de agua potable (QmdAP).....	89
3.2.6.2.	Caudal medio diario sanitario (Qmds)	89
3.2.7.	Resultados del cálculo de caudales de diseño de Alcantarillado	89
3.2.7.1.	Calculo del Coeficiente de mayoración (M)	89
3.2.7.2.	Calculo del Caudal máximo instantáneo (Qins).....	90
3.2.7.3.	Calculo del Caudal de infiltración o coeficiente de infiltración (Qinfl). 90	
3.2.7.4.	Calculo del Caudal por conexiones erradas.....	90
3.2.7.5.	Calculo del Caudal de diseño (Qd).....	91
3.2.8.	Calculo de la Gradiente Hidráulica.....	91
3.2.8.1.	Calculo del diámetro	91
3.2.8.2.	Calculo de la Pendiente mínima y máxima	92
3.2.9.	Resultados de los elementos hidráulicos a tubería totalmente llena.....	93
3.2.9.1.	Cálculo del caudal a tubería llena.....	93
3.2.9.2.	Cálculo de la Velocidad para conducción a tubería llena (Vtll).....	93
3.2.9.3.	Cálculo del Radio Hidráulico a conducción para tubería llena (Qtll)	94
3.2.9.4.	Cálculo de Pozo de Salto.....	94
3.2.10.	Calculo de los elementos hidráulicos tubería parcialmente llena	97

3.2.10.1.	Cálculo del Área hidráulica.....	97
3.2.10.2.	Cálculo del Perímetro mojado.....	97
3.2.10.3.	Cálculo del Radio hidráulico.....	97
3.2.10.4.	Verificación del tirante normal.....	98
3.2.10.5.	Calculo de la Velocidad	98
3.2.10.6.	Calculo de la Energía específica.....	98
3.2.10.7.	Calculo del Ancho superficial	98
3.2.10.8.	Calculo de la Profundidad hidráulica	98
3.2.10.9.	Calculo del número de Froude	99
3.2.10.10.	Calculo de la Tensión tractiva	99
3.3.	FASE 3: Evaluación de las plantas de Tratamiento	99
3.3.1.	Planta de Tratamiento - Chambiato	99
3.3.1.1.	Ubicación.....	99
3.3.1.2.	Operación y mantenimiento actual de las plantas de tratamiento	100
3.3.1.3.	Descripción de las Características Generales y Físicas.....	100
3.3.1.4.	Diagrama de flujo de la Primera planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia García moreno.....	101
3.3.2.	Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento CHAMBIATO	106
3.3.2.1.	Aforo de Caudales de Ingreso y Salida de la PTAR	106
3.3.2.2.	Eficiencia de Remoción.....	109
3.3.2.3.	Resultados del análisis físico-químico del afluente a la primera planta de tratamiento caserío Chambiato.	110
3.3.2.4.	Diagnóstico de las Estructuras.....	113
3.3.3.	Evaluación de los componentes de la Planta de Tratamiento Chambiato ...	116

3.3.3.1.	Porcentaje de Remoción de Contaminantes – Componente PTAR	116
3.3.3.2.	Afectación a Poblaciones Aledañas.....	118
3.3.4.	Planta de tratamiento La Rabija.....	118
3.3.4.1.	Ubicación.....	118
3.3.4.2.	Operación y mantenimiento actual de la planta de tratamiento	119
3.3.4.3.	Descripción de las Características Generales y Físicas	119
3.3.4.4.	Diagrama de flujo de la segunda planta de tratamiento de aguas residuales con un proceso biológico en donde se implementa el proceso de lodos activos. ...	121
3.3.5.	Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento.....	125
3.3.5.1.	Aforo de Caudales de Ingreso y Salida de la PTAR	125
3.3.5.2.	Eficiencia de Remoción.....	128
3.3.5.3.	Diagnóstico de las Estructuras.....	131
3.3.6.	Evaluación de los Componentes de la PTAR	132
3.3.6.1.	Porcentaje de la Remoción de Contaminantes – Componente PTAR..	132
3.3.6.2.	Afectación a Poblaciones Aledañas.....	134
CAPITULO IV		136
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		136
BIBLIOGRAFIA		141
ANEXOS		144
ANEXO 1:	Anexo Topográfico.....	144
ANEXO 2:	Puntos del levantamiento Topográfico.....	146
ANEXO 3:	Informes de Análisis del Agua Residual de las dos plantas de tratamiento	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tasas de crecimiento Poblacional	10
Tabla 2	Consumo promedio diario de agua por individuo.....	11
Tabla 3	Ingresos y dotación de agua	12
Tabla 4	Periodo de diseño en función a la Población.	13
Tabla 5	Vida útil sugerida para los elementos de un sistema.....	13
Tabla 6	Periodo de diseño en función de los componentes.....	14
Tabla 7	Valores de periodo de Diseño Según las Norma INEN – SENAGUA – EMAAPQ)	14
Tabla 8	Norma INEN – SENAGUA	14
Tabla 9	Dotaciones recomendadas	16
Tabla 10	Contribución de agua residual industrial.....	17
Tabla 11	Coefficiente de Retorno de aguas Servidas Domesticas	18
Tabla 12	Coefficientes de infiltración en tuberías.....	19
Tabla 13	Coefficiente de Mayoración según la población.	21
Tabla 14	Velocidades máximas.....	24
Tabla 15	Coefficientes de rugosidad	25
Tabla 16	Profundidad mínima de tuberías	28
Tabla 17	Distancias máximas entre pozos de revisión.....	29
Tabla 18	Diámetros recomendados de pozos de revisión	29
Tabla 19	Características de las aguas residuales	36
Tabla 20	Rendimiento y Porcentajes Teórica por procesos	45
Tabla 21	Periodo de diseño en función a la Población.	52
Tabla 22	Vida útil sugerida para los elementos de un sistema.	52
Tabla 23	Periodo de diseño en función de los componentes.....	53
Tabla 24	Densidad poblacional	55
Tabla 25	Dotación de agua potable.....	55
Tabla 26	Calculo de caudales de agua potable.....	56
Tabla 27	Cálculo de caudales de diseño de alcantarillado	57
Tabla 28	Cálculo de caudales de diseño de alcantarillado	58

Tabla 29	Pendientes Mínimas y Máximas	59
Tabla 30	Coeficiente de Rugosidad	60
Tabla 31	Diseño Hidráulico de Tubería parcialmente llena.....	62
Tabla 32	Determinación de la vida remanente de una PTAR.....	66
Tabla 33	Distribución Poblacional de la Parroquia García Moreno.	68
Tabla 34	Relieve	71
Tabla 35	Periodo de diseño en función a la Población.	75
Tabla 36	Periodo de diseño en función de los componentes.....	75
Tabla 37	Vida útil sugerida para los elementos de un alcantarillado.....	76
Tabla 38	Población de la Parroquia García Moreno	77
Tabla 39	Determinación de la tasa de crecimiento método aritmético	79
Tabla 40	Determinación de la tasa de crecimiento método exponencial	84
Tabla 41	Determinación de la tasa de crecimiento método exponencial	85
Tabla 42	Dotaciones recomendadas	88
Tabla 43	Caudales de ingreso a la primera planta de tratamiento CHAMBIATO	106
Tabla 44	Caudales de salida de la primera planta de tratamiento	108
Tabla 45	Resultados del análisis físico-químico del caudal de entrada y salida de la planta de tratamiento CHAMBIATO.....	110
Tabla 46	Resultados del análisis físico-químico del caudal de entrada y salida de la segunda planta de tratamiento.....	112
Tabla 47	Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR.....	117
Tabla 48	Porcentajes de remoción teórica de las unidades – PTAR- Chambiato	117
Tabla 49	Caudales de Ingreso a la Planta de Tratamiento La Rabija.....	125
Tabla 50	Caudales de Salida de la Planta de Tratamiento La Rabija.....	126
Tabla 51	Resultados del análisis físico-químico del caudal de entrada y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija	129
Tabla 52	Porcentajes de remoción de contaminantes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija.....	130
Tabla 53	Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR.....	133
Tabla 54	Porcentajes de remoción teórica de las unidades – PTAR- La Rabija.....	133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen 1 Alcantarillado Sanitario.....	4
Imagen 2 Alcantarillado Pluvial.....	5
Imagen 3 Alcantarillado Combinado	5
Imagen 4 Alcantarillado mixto.....	6
Imagen 5 Esquema de Áreas de Aportación	15
Imagen 6 Pozos de Revisión con salto.....	30
Imagen 7 Tubería totalmente llena.....	32
Imagen 8 Tubería parcialmente llena.	33
Imagen 9 CRIBAS	43
Imagen 10 Desarenador.....	43
Imagen 11 Tanque Séptico.....	44
Imagen 12 Caseríos donde se va a realizar el Proyecto	51
Imagen 13 tasa de Crecimiento	54
Imagen 14 Sigualo y Chumaqui.....	69
Imagen 15 Chambiato	69
Imagen 16 Pamatug.....	70
Imagen 17 Dotación de Agua Potable.....	73
Imagen 18 Sistema de Alcantarillado	73
Imagen 19 Desechos Sólidos.	74
Imagen 20 Curva de Tendencia de Correlación R (Población vs Año Censado) Método Aritmético.	80
Imagen 21 Determinación de la tasa de crecimiento método geométrico.....	82
Imagen 22 Curva de Tendencia de Correlación R (Población vs Año Censado) Método Geométrico.....	82
Imagen 23 Curva de Tendencia de Correlación R (Población vs Año Censado) Método Exponencial.....	85
Imagen 24 Detalles de Pozos y Tuberías sin Salto.....	94
Imagen 25 Pozo de Salto.....	95
Imagen 26 Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario con Pozo de Salto	96

Imagen 27 Planta de tratamiento Chambiato	99
Imagen 28 Desarenador-Planta de tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	101
Imagen 29 Cribas de Entrada- Planta de tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	102
Imagen 30 Cribas de Salida- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	103
Imagen 31 Tanque IMHOFF- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	103
Imagen 32 Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato.....	104
Imagen 33 Lecho de Secado de Lodos- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	105
Imagen 34 Comportamiento de Caudales de Ingreso a la PTAR.....	107
Imagen 35 Comportamiento de Caudales de Salida a la PTAR.....	108
Imagen 36 Caja de Revisión – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	113
Imagen 37 Caja de Revisión – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	113
Imagen 38 Tubería Ingreso Reactor – PTAR Chambiato Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato.....	114
Imagen 39 Chimeneas del Tanque IMHOFF – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato	115
Imagen 40 Esquema del Tren de Tratamiento – Chambiato.....	116
Imagen 41 Planta de tratamiento La Rabija	119
Imagen 42 Pretratamiento - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija...	122
Imagen 43 Sedimentador Primario- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija	122
Imagen 44 Reactor Biológico- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija	123
Imagen 45 Sedimentador secundario- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija	123

Imagen 46 Tubería de Recirculación– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija 124

Imagen 47 Caudales de Ingreso a la Planta de Tratamiento La Rabija..... 126

Imagen 48 Caudales de Salida de la Planta de Tratamiento La Rabija..... 127

Imagen 49 Caja de Revisión – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija131

RESUMEN

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario tiene como finalidad mejorar la calidad de las condiciones de vida de los habitantes de los caseríos involucrados, puesto que un sistema de alcantarillado sanitario se considera como un servicio básico en todos los sectores poblacionales del mundo.

Para la realización de los estudios topográficos se optó por utilizar el equipo (estación total) realizando un levantamiento topográfico donde se tomaron 486 puntos con sus respectivas alturas, posterior a ello se realizó el diseño del alcantarillado sanitario en el software Civil 3D teniendo en cuenta las normas vigentes tanto nacionales como internacionales para el diseño de todas las redes de alcantarillado, se estableció el uso de tubería de tipo PVC con un diámetro nominal de 250 milímetros con una longitud de 2032.14 metros en el alcantarillado sanitario, un diámetro nominal de 400 milímetros, con una longitud de 523.46 metros en alcantarillado sanitario, verificando que se cumplan con todos los parámetros hidráulicos establecidos, en cuanto a las plantas de tratamiento de aguas residuales de Chambiato y La Rabija se realizó la evaluación del influente y el efluente brindando datos correlacionados al funcionamiento de la infraestructura en estudio.

Al finalizar con el diseño se obtuvo como proyecto final dieciséis planos de detalle, 3 hojas de cálculos hidráulicos y un presupuesto referencial de UDS 337,907.47 centavos para que en un futuro se pueda ejecutar este proyecto contribuyendo así con el desarrollo de la parroquia García Moreno.

Palabras claves: Alcantarillado Sanitario, Aguas Residuales, Plantas de Tratamiento, Evaluación de PTAR.

ABSTRACT

The purpose of the design of the sanitary sewerage system is to improve the quality of life of the inhabitants of the villages involved, since a sanitary sewerage system is considered a basic service in all population sectors of the world.

In order to carry out the topographic studies, the equipment (total station) was used for a topographic survey where 486 points were taken with their respective heights. Afterwards, the sanitary sewerage system was designed using Civil 3D software, taking into account the national and international standards in force for the design of all sewerage networks. 14 meters in the sanitary sewer, a nominal diameter of 400 millimeters, with a length of 523.46 meters in the sanitary sewer, verifying that all the established hydraulic parameters are met, as for the Chambiato and La Rabija wastewater treatment plants, the influent and effluent were evaluated, providing data correlated to the operation of the infrastructure under study.

At the end of the design, sixteen detailed plans, three hydraulic calculation sheets and a reference budget of UDS 337,907.47 cents were obtained as a final project so that this project can be executed in the future, thus contributing to the development of the García Moreno parish.

Keywords: Sanitary Sewerage, Wastewater, Treatment Plants, PTAR Evaluation.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

El humano mantiene una relación muy íntima con el medio natural, el mismo que lo abastece de recursos que le ayudan a su supervivencia, pero en muchas de las veces el hombre tal vez de manera consciente o inconsciente ha perjudicado el recurso más importante para la vida que es el agua. Entre varios de los problemas con los que lidia una población, un problema importante es el indebido manejo de las aguas residuales, ya que en varios países estas aguas residuales las envían directamente en aguas abiertas sin haberles dado el tratamiento adecuado, lo que produce un terrible problema al medio ambiente y a la salud humana.

Este proyecto de investigación se enmarcará en el mejoramiento de las condiciones de vida de los caseríos Chumaqui, Siguaio, Chambiato y Pamatug de la Parroquia García Moreno, quienes manifiestan que no han tenido una dirección técnica para la disposición de aguas residuales domésticas y se verán directamente beneficiados con el estudio, el sistema de alcantarillado disminuirá en gran porcentaje los malos olores producto de las aguas residuales de las viviendas, se evitara la contaminación de los suelos y esto gracias a que ya no se descargara las aguas residuales a pozos sépticos.

El ingeniero civil es responsable del diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, por lo que esta consiente de su trabajo en el campo, este tipo de proyectos alcanzan valores económicos considerables. Por esta razón es importante llevar estos proyectos a cabo con una buena calidad y con seguridad de que no colapsara en un tiempo mayor a su periodo de diseño. se los debe realizar buscando el mínimo costo pero el máximo beneficio para los pobladores y para las entidades que prestan ayuda para estos proyectos.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El sistema de alcantarillado sanitario comprende instalaciones dentro o fuera del sitio para la recolección, el transporte, el tratamiento y la eliminación de los desechos, a la vez que garantiza el mantenimiento de unas condiciones higiénicas, los desafíos que enfrenta el sector de agua potable y saneamiento, es desarrollar alternativas tecnológicas de manejo y gestión, que permitan a poblaciones, en especial de menores ingresos y en áreas periféricas rurales, el acceso a servicios de agua potable y saneamiento de calidad y sostenibles a largo plazo[1].

En América del Sur, la cobertura de las instalaciones sanitarias ha mejorado en las zonas urbanas ya que es mayor a las zonas rurales, llega a casi el 90 %, en América del Sur (89 %) y en América Central y México (87 %). En 1990 uno de cada cuatro habitantes de zonas rurales practicaba la defecación al aire libre, esta cifra se redujo a poco más de uno de cada diez en 2015. La defecación al aire libre es más común en las zonas rurales de América del Sur y el Caribe[2].

Uno de los temas nuevos en la medición de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador es que enfatiza en la preocupación por eliminar la defecación al aire libre. A nivel mundial, este problema afecta al 13% de la población, en América Latina esta cifra es del 3% y en Ecuador es del 1,8% de la población, con tasas elevadas en la región amazónica (14%)[3].

Se estima que, en la Provincia de Tungurahua, la cobertura de sistemas de alcantarillado y su posterior tratamiento es del alrededor del 76.70%, pero en el cantón San Pedro de Pelileo dicha cobertura disminuye al 49.40%, dicha problemática se ve influenciada por razones socio-económicas, incrementando el riesgo de contraer enfermedades, como también la ineficiencia de las plantas de tratamiento tienden a la disminución del recurso hídrico para el consumo humano y para el riego, aumento de contaminación en los ríos por desembocadura de aguas servidas sin tratamiento final, por lo cual se hace el planteamiento de diseñar un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para contrarrestar los efectos negativos de lo citado[4].

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para mejorar la calidad de vida de los caseríos Chumaqui, Sigualo, Pamatug y Chambiato de la parroquia García moreno, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.

1.3.2. Objetivos específicos

- Obtener los planos topográficos georreferenciados de los 4 sectores del proyecto.
- Compilar la información necesaria para estructurar los parámetros de diseño del alcantarillado sanitario de los caseríos Chumaqui, Sigualo, Pamatug y Chambiato de la parroquia García moreno.
- Efectuar el diseño de la red de alcantarillado sanitario incluido acometidas domiciliarias.
- Evaluar y rediseñar la planta de depuración existente, para el incremento del caudal sanitario.
- Presentar un proyecto amigable y que sea factible de ejecutarse de acuerdo con el requerimiento del GADP de la parroquia García moreno del cantón Pelileo.

1.4. Fundamentación teórica

ASPECTOS GENERALES

1.4.1. Sistema de alcantarillado

Es un conjunto de obras hidráulicas cuya finalidad es recolectar, conducir y evacuar las aguas residuales y aguas lluvias, para evitar que se originen problemas de tipo sanitario e inundaciones.

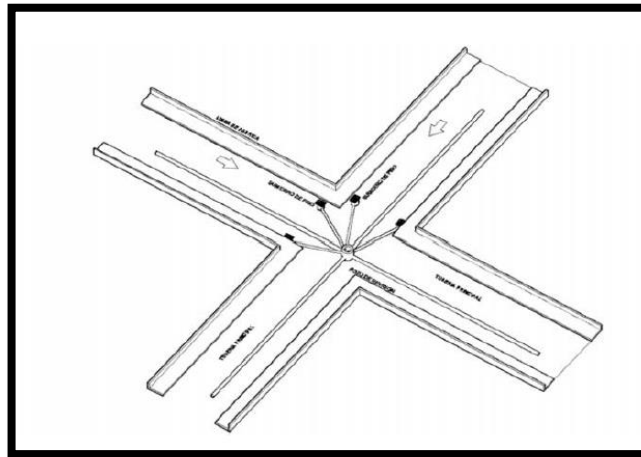
1.4.2. Clasificación de los alcantarillados

Se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conducen:

- **Alcantarillado sanitario**

Se lo define como un conjunto de tuberías y estructuras sanitarias, que recolectan y conducen todas las aguas residuales (domesticas, comerciales e industriales), desde las zonas urbanas que están consolidadas o dispersas, mediante el uso de acometidas domésticas, hacia los sitios donde se implementan el Sistema de depuración[5].

Imagen 1 Alcantarillado Sanitario



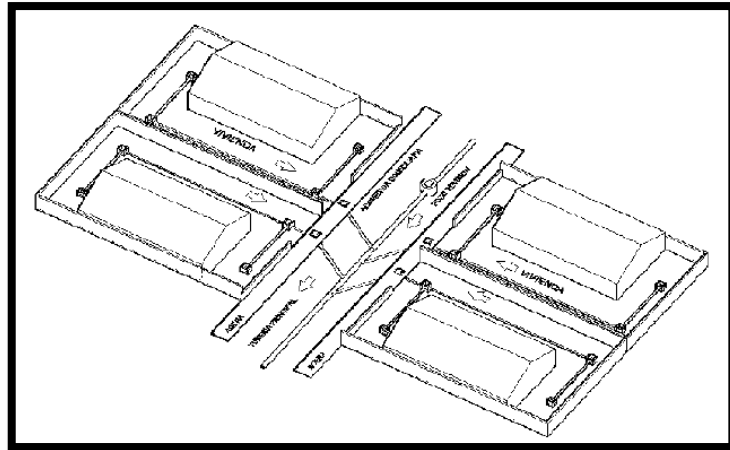
Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano. Ing. M. Sc Dilon Moya Medina.

- **Alcantarillado pluvial**

Se lo define como un conjunto de tuberías que recolectan y conducen todas las aguas de escorrentía superficial, cuyo volumen es captado en las rejillas de piso, que están ubicadas en las vías. Para controlar la sedimentación y movilidad de los caudales se utiliza

estructuras hidráulicas, para luego ser vertidas a los cauces naturales, no necesariamente se requiere de un Sistema de depuración.[5]

Imagen 2 Alcantarillado Pluvial

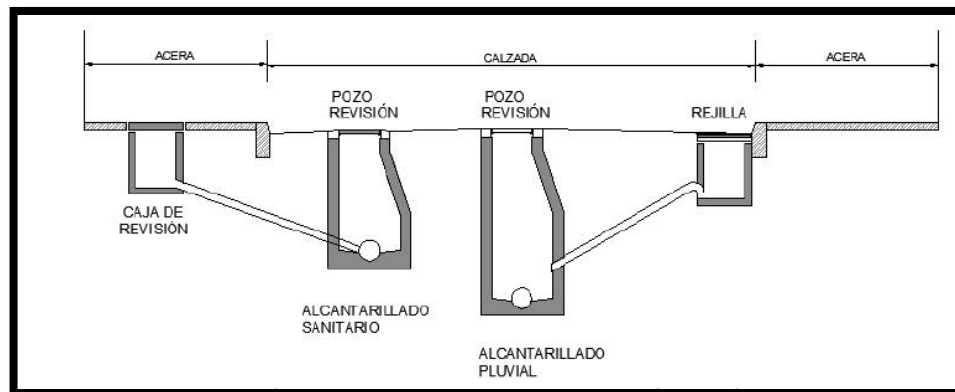


Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano. Ing. M. Sc Dilon Moya Medina.

- **Alcantarillado combinado**

Es el Sistema que recolecta aguas sanitarias y aguas pluviales y las conduce hasta la planta de depuración, en una misma red de tuberías se conducen las aguas residuales tanto sanitarias como pluviales, se las recolectan por medio de acometidas mixtas en las viviendas y por rejillas que en las calzadas.[5]

Imagen 3 Alcantarillado Combinado

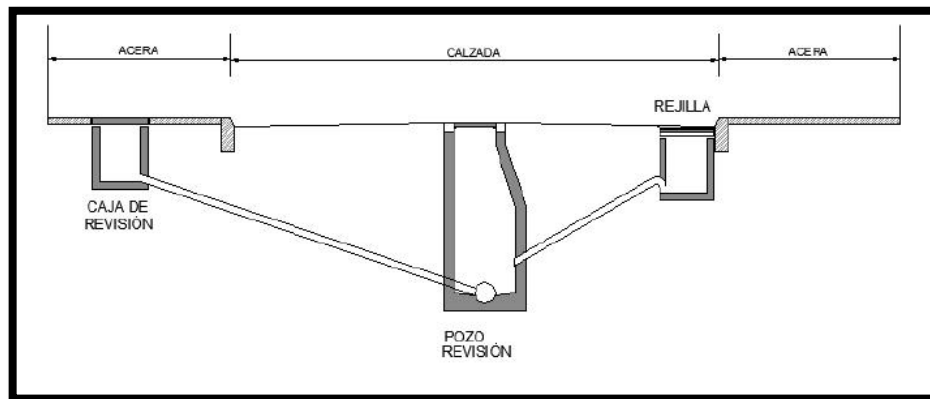


Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano. Ing. M. Sc Dilon Moya Medina.

- **Alcantarillado mixto**

Son dos sistemas de alcantarillado separados que se incorporan a una red, un alcantarillado sanitario y un Sistema de alcantarillado pluvial, en la práctica este Sistema resulta eficiente e ideal, porque no mezcla los efluentes que por su origen requieren de tratamientos diferentes e independientes.[5]

Imagen 4 Alcantarillado mixto



Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano. Ing. M. Sc Dilon Moya Medina.

1.4.3. Población de diseño

Se determina el número de pobladores que residen en los sectores para los cuales se va a diseñar la red de alcantarillado, es un parámetro básico para calcular el caudal de diseño con el que se va a trabajar.

Con el fin de estimar la población futura, es necesario recopilar información sobre las características sociales, culturales y económicas en el presente y en el pasado para de esta manera poder realizar predicciones del futuro desarrollo de estos sectores[6].

1.4.3.1. Población futura

Para calcular la población futura se realizarán varias proyecciones de crecimiento, utilizando varios métodos en este caso utilizaremos tres métodos conocidos (proyección aritmética, proyección geométrica, incrementos diferenciales, comparativos, etc.) los mismos que me permitan establecer varias comparaciones que guíen el criterio de la persona que realiza el proyecto.

Esta se escogerá finalmente tomando en consideración algunos aspectos como es el económico, geopolítico y sociales que influyan en los movimientos demográficos.

La población inicial es el número de habitantes que existe en el momento de la elaboración de los estudios realizados.

La población final del proyecto es la que va a beneficiarse con el diseño del sistema de alcantarillado sanitario[6].

1.4.3.2. Métodos de cálculo población futura.

A. Método Aritmético.- proporciona buenos criterios de comparación , con incrementos constantes para periodos iguales[6].

Ecuación 1

$$Pf = Pa * (1 + (r * n))$$

Donde:

Pf= población futura.

Pa= población actual.

i = tasa de crecimiento poblacional.

n= Periodo de diseño.

B. Método Geométrico.- se obtiene un incremento que se comporta más acorde al crecimiento real de la población[6].

Ecuación 2

$$Pf = Pa * (1 + i)^n$$

Donde:

Pf= población futura.

Pa= población actual.

i = tasa de crecimiento poblacional.

n= Periodo de diseño.

C. Método Exponencial.- supone que el crecimiento se produce en forma continua y no por cada unidad de tiempo[6].

Ecuación 3

$$Pf = Pa * (e)^{r*n}$$

Donde:

Pf= población futura.

Pa= población actual.

i = tasa de crecimiento poblacional.

n= Periodo de diseño.

e= Constante (Euler = 2.71828)

1.4.4. Población Actual

La población actual es el censo realizado en el año 2010 por el instituto Nacional de estadísticas y censos (INEC), por lo que estos datos se toman como base de cálculo ya que reflejan la cantidad de personas existentes en la localidad[3]. Podría realizarse de igual manera el uso de encuestas específicamente para la población del sector donde se va a realizar el proyecto de alcantarillado.

1.4.5. Tasa de crecimiento poblacional (r%)

La población crece o decrece debido a varios parámetros como son:

- Nacimientos
- Muerte
- Migración
- Anexión

Cada uno de estos parámetros está determinado por factores económicos y sociales[6].

Para el cálculo del índice de crecimiento poblacional existen tres métodos:

✓ **Método aritmético**

El método aritmético se basa en un crecimiento lineal y constante de la población, donde concluimos que el número de habitantes que se incrementa va a ser la misma para cada unidad de tiempo[6].

Ecuación 4

$$r = \frac{\frac{pf}{pa} - 1}{n} * 100\%$$

r= tasa de crecimiento poblacional

Pf= población final

Pa= población inicial

n= periodo de tiempo

✓ **Método geométrico**

A diferencia del aritmético en el método geométrico se mantiene constante el porcentaje por unidad de tiempo[6].

Ecuación 5

$$tc = \left(\left(\frac{pf}{pa} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right) * 100\%$$

r= tasa de crecimiento poblacional

Pf= población final

Pa= población inicial

n= periodo de tiempo

✓ **Método exponencial**

Por otro lado, este método nos dice que el crecimiento será de forma continua y no por unidad de tiempo[6].

Ecuación 6

$$r = \frac{\ln * \frac{pf}{pa}}{n} * 100\%$$

r= tasa de crecimiento poblacional

Pf= población final

Pa= población inicial

t= periodo de tiempo

Si se diera el caso y no existieran datos para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomarán como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios.

Tabla 1 Tasas de crecimiento Poblacional

REGION GEOGRAFICA	r%
Sierra	1.0
Costa, oriente y Galápagos	1.5

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Fuente: Norma de Diseño para sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[7].

1.4.6. Densidad poblacional

Este parámetro se refiere a la distribución del número de personas a través del territorio de una unidad funcional o administrativa (país, estado, provincia, parroquia, departamento, distrito, etc.), donde analiza la relación habitante por Hectárea, la misma que debe ser en tiempo real. [6].

Las unidades en las que se la expresa son: Hab / Ha.

Ecuación 7

$$Dp = \frac{Pa}{A}$$

Densidad poblacional futura:

Formula 8

$$Dpf = \frac{Pf}{A}$$

Donde:

Dp: Densidad poblacional

Dpf: Densidad poblacional futura

Pa; Población actual

Pf; Población futura

A: Área

1.4.7. Demanda de agua potable

Se refiere a la cantidad de agua potable necesaria para el consumo de cada habitante, donde su objetivo es delimitar la capacidad hidráulica de nuestro sistema[3].

Las unidades en las que se la expresa son: Litros / Hab/día.

Tabla 2 Consumo promedio diario de agua por individuo

NATURALEZA	CONSUMO (Lt/Hab/día)
Bebida	2
Preparación de alimentos	6
Lavado de utensilios	2-9
Lavado de manos y cara	5
Baño	10-30
Lavado de ropa	1a-15
Limpieza de recipientes sanitarios	9-10b
Perdidas eventuales	6-13

total	50-90
--------------	-------

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Fuente: Manual de alcantarillado sanitario[5].

Tabla 3 Ingresos y dotación de agua

Tipo de área a ser atendida según nivel de ingresos	Dotación per cápita (Lt/Hab/Día)
ALTO	250-180
MEDIO	180-120
BAJO	120-80

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas de alcantarillado sanitario[8].

1.4.8. Periodo de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual servirán eficientemente las obras del sistema y para que el Proyecto cumpla con las etapas de financiamiento, adjudicación y construcción depende de la vida útil de los componentes del Sistema de Alcantarillado más el periodo de diseño[9].

1.4.8.1. Los factores que intervienen en la selección del período de diseño son:

- a) Vida útil de las estructuras y equipos tomando en cuenta la obsolescencia, desgaste y daños
- b) Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto
- c) Cambios en el desarrollo social y económico de la población
- d) Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad[8].

Para el periodo de diseño también existen valores que son recomendados, los mismos que estarán en función de dos parámetros que son: la población o de los componentes constitutivos del sistema sanitario.

Estos valores serán considerados como recomendables, esto sin reemplazar el criterio del diseñador[9].

En función:

a) Población

Tabla 4 Periodo de diseño en función a la Población.

Población (Habitantes)	Periodo (años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

b) De los componentes

Tabla 5 Vida útil sugerida para los elementos de un sistema.

COMPONENTES		VIDA UTIL (años)
Diques grandes y túneles		50 a 100
Obras de captación		25 a 50
Pozos		10 a 25
Conducciones de hierro dúctil		40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC		20 a 30
Planta de tratamiento		30 a 40
Tanques de Almacenamiento		30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	De hierro dúctil	40 a 50
	De asbesto cemento o PVC	20 a 25

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[7].

Tabla 6 Periodo de diseño en función de los componentes.

COMPONENTES / EQUIPOS	PERIODO (años)
Tuberías principales y secundarias	20-30
Colectores, Emisarios	30-50
Equipos Mecánicos	5-10
Equipos Eléctricos	10-15
Equipos con combustión	5-10

Elaborado por: María E. Aguaguña Medina

Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

Los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes. Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de:

Tabla 7 Valores de periodo de Diseño Según las Norma INEN – SENAGUA – EMAAPQ)

NORMA	PERIODO DE DISEÑO
INEN	20 años
SENAGUA	20 años
EMAAP (QUITO)	30 años

Elaborado por: María E. Aguaguña Medina

Fuente: Norma INEN – SENAGUA – EMAAPQ)[10][8].

Se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados; sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que:

Tabla 8 Norma INEN – SENAGUA

NORMA	POBLACIÓN FUTURA
INEN	1.35 veces la población presente.
SENAGUA	1.25 veces la población presente.

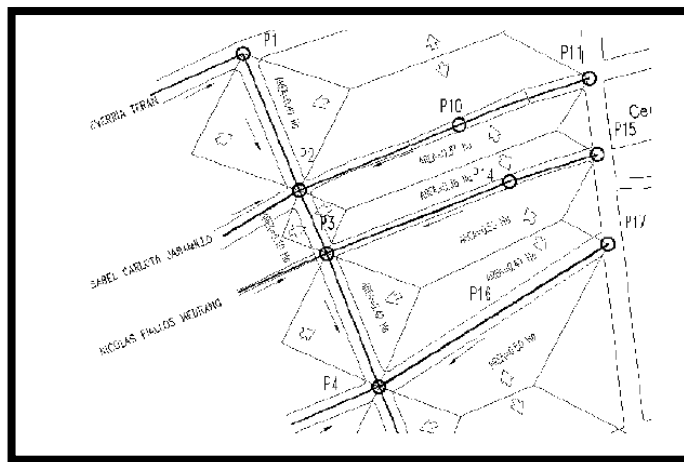
Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina.

1.4.9. Áreas de aportación

Las áreas de aportación son un parámetro muy esencial a tomar en cuenta, ya que dicho valor nos ayudara a determinar la distribución de los caudales en cada tramo de la red de alcantarillado[11].

Se deben calcular a partir del levantamiento topográfico del terreno y del trazado de la red en donde se realizará el proyecto, el trazo de estas áreas en zonas rurales no deben ser de anchos excesivos, esto se debe a que la zona beneficiada se encuentra cercanas a los bordes de las vías en estudio.

Imagen 5 Esquema de Áreas de Aportación



Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

1.5. Caudales de diseño

1.5.1. Dotación de agua potable

Se refiere al consumo diario de agua potable, que sirve para calcular los caudales de diseño. Para saber cuánto es el consumo de agua este está en función de una serie de factores inherentes a la propiedad, localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, los principiantes factores que influyen en el consumo de agua son:

- Nivel de agua
- Clima
- Calidad de agua

- Consumo industrial, público y comercial.
- Presión en la red de distribución[11].

1.5.2. Dotación actual (Da)

Cuando se habla de dotación se refiere a la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante para su consumo, a esto se le considera también los servicios y las pérdidas físicas en el sistema de alcantarillado[11].

Tabla 9 Dotaciones recomendadas

POBLACION (Hab)	CLIMA	DOTACION MEDIA FUTURA (Lt/hab/día)
Hasta 5000	Frio	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
500 a 50000	Frio	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frio	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[7].

1.5.3. Dotación futura (Df)

Esta dotación se la calcula considerando un parámetro que indica un criterio en la dotación equivalente a 1 Lt/ día por cada habitante durante el periodo de diseño[11].

Ecuación 8

$$Df = Da + \left(\frac{1 \text{ Lt}}{\frac{\text{Hab}}{\text{día}}} \right) * n$$

Donde:

Df: Dotación futura

Da: Dotación actual

n: periodo de diseño

1.5.4. Aporte domestico

El agua que consumen los habitantes del sector en sus viviendas, son utilizadas con fines higiénicos como cocinas, baños, lavanderías, etc. Se trata básicamente de los residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas[12].

1.5.5. Aporte Industrial

Los desechos industriales están constituidos en gran parte por productos químicos que son más difíciles de degradar biológicamente a diferencias de las sustancias presentes en las aguas residuales domésticas. Las industrias son las principales productoras de grandes cantidades de contaminantes nocivos persistentes como fenol, sales metálicas disueltas, productos petrolíferos, metales pesados, elementos radioactivos, etc.[12].

Tabla 10 Contribución de agua residual industrial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (lt/ha/ind)
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio Alto	0.8
Alto	1.0 – 1.5

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Fuente: Norma de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q[13].

1.5.6. Aportes agrícolas

Las aguas residuales producidas por el uso agrícola están constituidas por un factor contaminante, esto se produce por la utilización intensiva de pesticidas y de otros

productos químicos, muchas de las veces este factor es menos controlado que los otros usos ya expresados como el doméstico o el industrial[3].

1.5.7. Infiltración y Desperdicios

Las aguas por infiltración son aquellas que penetran en la red de alcantarillado por medio de los empalmes de las tuberías, paredes de tuberías defectuosas, tuberías de inspección y de limpieza, conexiones clandestinas, fugas en las tuberías principales de la red, en general en la falta de cuidado.[11]

1.5.8. Caudal medio diario de agua potable (QmdAP)

Se refiere al agua que fue utilizada y ya desechada y que es conducida a la red de alcantarillado[7].

Ecuación 9

$$QmdAp = \frac{Pf * Df}{86400}$$

Donde:

QmdAp: caudal medio diario de agua potable (lt/sg)

Pf: población futura (hab)

Df: dotación futura (lt/hab/día)

1.5.9. Caudal medio diario sanitario (Qmds)

Este caudal es el agua que consume la población para realizar sus actividades domésticas diarias, comerciales o industriales, sin contar las pérdidas[7].

Si la información que se obtiene no es suficiente, el caudal va a ser afectado por un coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas representado en la siguiente tabla:

Tabla 11 Coeficiente de Retorno de aguas Servidas Domesticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.7-0.8
Medio Alto y alto	0.8-0.85

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Norma de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q[13].

Ecuación 10

$$Q_{mds} = c * Q_{mdAp}$$

Donde:

Q_{mds}: caudal medio diario sanitario (lt/sg)

C: coeficiente de retorno (60 – 80) %

Q_{mdAp}: Caudal medio diario de Agua potable (lt/sg)

1.5.10. Caudal de infiltración o coeficiente de infiltración (Q_{infl}).

Este caudal depende del nivel freático que exista o de las aguas de escorrentía que filtran a través de las fisuras, uniones o juntas[7].

Ecuación 11

$$Q_{infl} = I * L$$

Donde:

Q_{infl}= Caudal de infiltración (lt/sg)

I= Coeficiente de infiltración (lt/sg/m)

L: Longitud de la tubería (m)

Tabla 12 Coeficientes de infiltración en tuberías

	TUBERIA HORMIGON SIMPLE/HORMIGON ARMADO		TUBERIA P.V.C	
	MORTERO	CAUCHO	PEGANTE	CAUCHO
N.F bajo	0.0005	0.0002	0.0001	0.00005
N.F alto	0.0008	0.0002	0.00015	0.0005

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

1.5.11. Caudal por conexiones erradas.

Este caudal hace referencia a las malas conexiones que se realizan en las tuberías y es el 5% al 10% del caudal instantáneo[7].

Ecuación 12

$$Q_{ce} = (5\% - 10\%) * Q_{infl}$$

$$Q_{ce} = (0.05 - 0.10) * Q_{infl}$$

Donde:

Q_{ce} = Caudal por conexiones erradas (lt/sg)

Q_{infl} = Caudal de infiltración (lt/sg)

1.5.12. Caudal máximo instantáneo (Horario) (Q_{inst})

Es el caudal máximo de las aguas residuales que se observa en cualquier año dentro del periodo de diseño y normalmente se lo calcula para el final del periodo[7].

Ecuación 13

$$Q_{inst} = M * Q_{mds}$$

Donde:

Q_{inst} = Caudal máximo instantáneo (lt/sg)

K = Coeficiente de mayoracion.

Q_{mds} = Caudal Medio Diario Sanitario (lt/sg)

1.5.13. Coeficiente de retorno ©

Es la relación entre el agua residual producida y el agua potable consumida, este coeficiente varía entre el 60 % al 80 % y este valor es el que afecta al caudal domiciliario[7].

1.5.14. Coeficiente de mayoración (M)

Es la relación que existe entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario, en un mismo periodo[7].

1.5.14.1. Coeficientes de mayoracion según Harmon:

Recomendado para poblaciones de 1000 a 100000 habitantes, no existe limitaciones.

Ecuación 14

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}$$

$$2.0 \leq M \leq 3.8$$

Donde:

P= Población en miles

M= coeficiente de mayoracion

1.5.14.2. Coeficiente de mayoracion según Babit:

A diferencia de Harmon, aquí tenemos restricciones de máximo 1000 habitantes y un valor mínimo de 1 habitantes, este coeficiente es recomendable para zonas rurales.

Ecuación 15

$$M = 1 + \frac{5}{P^{0.2}}$$

Donde:

P= Población en miles

M= coeficiente de mayoracion

1.5.14.3. Coeficiente de mayoracion según Popel:

Este coeficiente es recomendado para grandes urbes y ciudades ya que Popel establece el coeficiente de mayoracion según la población del proyecto.

Tabla 13 Coeficiente de Mayoración según la población.

Población (miles)	Coeficiente (M)
-------------------	-----------------

<5	2.4 – 2.00
5 - 10	2.0 – 1.85
10 - 50	1.85 – 1.60
50 - 250	1.60 – 1.33
>250	1.33

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano, Ing. Ms Dilon Moya Medina, 2014[9].

1.5.15. Caudal extraordinario (Q_{ext})

Ecuación 16

$$Q_{ext} = 1.5 * Q_{inst}$$

Donde:

Q_{ext} = Caudal máximo extraordinario (lt/sg)

Q_{inst} = Caudal máximo instantáneo (lt/sg)

1.5.16. Caudal de diseño (Q_d)

El caudal de diseño es el que se utiliza para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y este será el resultado de la suma de los caudales de aguas residuales domesticas e industriales afectados de sus respetivos coeficientes de retorno y mayoración, más los caudales de infiltración y conexiones ilícitas. Las poblaciones y dotaciones serán las correspondientes al final del periodo de diseño[7].

Ecuación 17

$$Q_d = Q_{mds} + Q_e + Q_{inf}$$

Donde:

Q_d : caudal de diseño (lt/sg)

Q_{ins} : caudal medio diario sanitario (lt/sg).

Q_e : caudal por conexiones erradas (lt/sg)

Qinf: caudal de infiltración (lt/sg)

1.6. Características hidráulicas de los conductos

1.6.1. Secciones de las alcantarillas y características de la tubería

Para las secciones de las tuberías del sistema de alcantarillado se utiliza normalmente las formas rectangulares, circulares y trapezoidales, de las cuales la forma circular es de las más utilizadas.

Las tuberías de la red de alcantarillado sanitario se deberán colocar en el lado opuesto de la calzada donde se ubicó la red de agua potable. Teniendo en cuenta que debe prestar servicio a cada una de las edificaciones existentes y a las que se constituirán en el futuro[5].

Las tuberías para un sistema de alcantarillado se componen de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el mismo que nos permite la conducción de las aguas residuales.

Para seleccionar el material de dicha tubería intervienen diversas características tales como:

- Resistencia mecánica
- Resistencia estructural del material
- Durabilidad
- Capacidad de conducción
- Características de los suelos y agua
- Economía
- Facilidad de manejo
- Colocación e instalación
- Flexibilidad en su diseño y
- Facilidad de mantenimiento y reparación[8].

1.6.2. Diámetros mínimos

La red de tuberías del sistema de alcantarillado deberá tener un diámetro mínimo, esto va en función del caudal máximo de aguas servidas. Dicho valor será de 0.2 metros (200mm)

para alcantarillados sanitarios y de 0.1 metros (100mm) para las conexiones domiciliaria, según la Norma de diseño de sistema de alcantarillado de la EMAAP-Q los diámetros interiores serán de 0.25 metros (250mm)[13].

1.6.3. Velocidades Permisibles

1.6.3.1. Velocidad mínima

En las red de alcantarillado sanitario se producen obstrucciones por la sedimentación de materiales de desecho y partículas orgánicas debido a que estas no cuentan con una velocidad de flujo adecuada en tramos relativamente planos, es por ello que la velocidad mínima dentro de un sistema de alcantarillado sanitario deberá ser mayor que 0.6 m/sg o a su vez no debe ser menor de 0.45 m/sg en los tramos iniciales[14].

1.6.3.2. Velocidad máxima

Las máximas velocidades admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación[14]. Se recomienda usar los valores que constan en la siguiente tabla:

Tabla 14 Velocidades máximas

Material	Velocidad máxima (m/s)	Coefficiente de rugosidad (n)
Hormigón simple:		
• Con unión de mortero	4.0	0.013
• Con uniones de neopreno para nivel freático alto.	3.5 – 4.0	0.013
Asbesto cemento	4.5 – 5.0	0.011
Plástico	4.5	0.011

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[14].

1.6.3.3. Coeficientes de Rugosidad

El coeficiente de rugosidad es una medida fraccional de resistencia ejercida por un material sobre el flujo, donde puede reflejar otras pérdidas de energía, tales como: transporte de material suspendido y escombros difíciles de cuantificar, flujo inestable y turbulencia excesiva.

Cuando existan velocidades altas se debe considerar un coeficiente de rugosidad bajo o viceversa, es decir se encuentra estrechamente relacionada con el material usado para elaborar la tubería[8].

Tabla 15 Coeficientes de rugosidad

Material de Revestimiento	Coeficiente "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas)	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0.025

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Fuente: Normas de diseño de sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[13].

1.6.4. Pendiente del canal (Gradiente hidráulica)

Esta pendiente se produce en las tuberías llenas o puede ser también en las semi llenas y con una velocidad mínima, para que permita la auto limpieza en las tuberías e impida la sedimentación de residuos sólidos, esta pendiente debe ajustarse a la pendiente de la carretera para que no se produzcan cortes de tierra y conservar los límites permisibles, de acuerdo a la norma el límite permisible es de 1%. [15].

Ecuación 18

$$S = \frac{C_i - C_t}{L} * 100$$

Donde:

S= Gradiente Hidráulica (m/m)

Ci= Cota inicial del proyecto (m)

Cf= Cota final del proyecto (m)

L= Distancia horizontal entre la cota inicial y la cota final del proyecto (m).

1.6.4.1. Pendiente mínima

Dicha pendiente se determina para poder garantizar la conducción de auto limpieza desde la etapa inicial del proyecto de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Ecuación 19

$$\frac{Q_{min} - C_t}{Q_{11}} \geq (10\% - 15\%)$$

Donde:

Qmin= Caudal de aporte medio diario en la etapa inicial (sección parcialmente llena)

Q11= Capacidad de la tubería para conducir el caudal de diseño futuro (sección llena)

Cf= Cota final del proyecto (m)

Si calculamos la pendiente mínima para un diámetro de 200 mm, esta oscilaría alrededor de 0.4%, dicho valor difícilmente puede replantearse en obra, por lo que se recomienda partir de un valor mínimo de 0.5% [16].

Ecuación 20

$$S_{min} = \left(\frac{V_{min} * n}{0.397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2 * 100$$

Donde:

Smin= Pendiente mínima (m/m)

V_{min}= Velocidad mínima

n = Coeficiente de rugosidad de Manning para PVC

D= Diámetro asumido

1.6.4.2. Pendiente máxima

Para considerar una pendiente máxima admisible será para una velocidad final erosiva que va a depender del tipo de tubería que se utilizó.

Cuando esta velocidad final sea superior a la velocidad crítica, la altura máxima de la lámina líquida admisible debe ser igual a 0.5 del diámetro del colector, asegurando la ventilación en el tramo analizado[16].

Ecuación 21

$$S_{max} = \left(\frac{V_{max} * n}{0.397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2 * 100$$

Donde:

S_{max}= Pendiente máxima (m/m)

V_{min}= Velocidad máxima

n = Coeficiente de rugosidad de Manning para PVC

D= Diámetro asumido

1.6.5. Profundidad de las tuberías

1.6.5.1. Profundidad mínima

Para las profundidades mínimas de las tuberías se considera las siguientes observaciones:

- La red de alcantarillado sanitario se diseñará de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las tuberías de agua potable debiendo dejarse una altura libre de 30 centímetros cuando ellas sean paralelas y de 20 centímetros cuando se crucen entre sí.
- la profundidad mínima de las redes de recolección y evacuación debe ser del 2% con un recubrimiento óptimo para evitar rupturas en los sistemas.

- Las tuberías deberán ser diseñadas a profundidades que sean lo suficientemente considerables para poder recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a los dos lados de la calzada.
- En el caso que la tubería deba soportar cargas de tránsito vehicular, para su seguridad se considera un relleno mínimo de 1.20 metros de alto sobre la clave del tubo[15].

Tabla 16 Profundidad mínima de tuberías

Servidumbres	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	1.50
Vías vehiculares	1.50

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Normas de diseño de sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[13].

1.6.5.2. Profundidad máxima

- Esta profundidad será aquella que no genere dificultades constructivas, de acuerdo con el tipo de suelo y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. Esta profundidad máxima admisible recomendada será de 5 metros, pero debido a métodos constructivos y excesivos se recomienda no superar los 3 metros, aunque puede variar de acuerdo a los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y tuberías en el transcurso y vida útil de las mismas.[15].

1.6.6. Pozos de Revisión

Un pozo de revisión es una estructura subterránea que nos permite el acceso al sistema de alcantarillado, estas estructuras deben ubicarse donde exista cambios de pendiente.

DIAMETRO DE TUBERIA (mm)	DISTANCIA MAXIMA ENTRE POZOS (m)
< 350 mm	100 m
400 – 800 mm	150 m

>800mm	200 m
------------------	-------

Tabla 17 Distancias máximas entre pozos de revisión

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[14].

Es importante especificar la longitud máxima entre los pozos de revisión, donde se debe tomar en cuenta la topografía del proyecto, el plan vial y el plan de mantenimiento. Considerando que la zona es rural conviene fijar una longitud máxima que fluctúe entre 80 metros a 100 metros.

Dichos pozos pueden ser considerados excéntricos y céntricos, en el primero la tapa se aloja a un lado de la estructura del pozo y en el segundo la tapa se alinea con el eje de la estructura.

Los pozos céntricos no son muy considerados ya que presenta dificultad del ingreso del personal para realizar el mantenimiento al interior, aunque un punto positivo sería que esta estructura resiste mejor a las condiciones de tráfico, a diferencia de los pozos excéntricos que tienen mayor utilización ya que permiten implementar un sistema de graderíos a un costado de la estructura y esto facilita el ingreso al personal para que realice el mantenimiento correspondiente, pero el mismo carece de resistencia al tránsito presente.

El diámetro del cuerpo de los pozos estará en función del diámetro exterior de la máxima tubería conectada al mismo. Se sugiere los siguientes valores:

Tabla 18 Diámetros recomendados de pozos de revisión

DIAMETROS DE LA TUBERIA (mm)	DIAMETRO DEL POZO (m)
<= 550	0.9
>550	Diseño especial

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

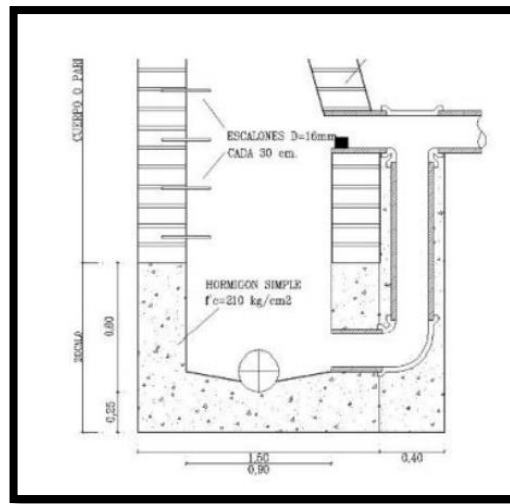
Fuente: Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[14].

1.6.6.1. Pozos de Revisión con salto

Los pozos de revisión con salto son estructuras que nos ayudan a vencer desniveles que se originan por el encuentro de varias tuberías y ayuda a disminuir la pendiente en tramos continuos.

La altura libre entre la tubería de llegada y de salida oscila alrededor de 60 centímetros – 80 centímetros, sin producir turbulencia. En un caso contrario se instalará un salto, que prácticamente es una tubería vertical paralela al pozo que conecta la tubería de llegada con el fondo del pozo, sin producir turbulencia. El diámetro máximo de esta tubería del salto será de 300 mm[9].

Imagen 6 Pozos de Revisión con salto



Fuente: Metodología de diseño del drenaje Urbano[9].

1.6.7. Fórmulas para el diseño hidráulico

El flujo que pasa por las tuberías de alcantarillado se lo considera uniforme y permanente en una determinada longitud, donde el caudal y la velocidad son constantes[9].

Para determinar estos datos hidráulicos empleamos:

1.6.7.1. Formula de Chezy

Plantea calcular la velocidad

Ecuación 22

$$V = C \sqrt{R * S}$$

Coeficiente de Chezy

Ecuación 23

$$C = \left(\frac{1}{n}\right) * R^{1/6}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

C= Coeficiente de Chezy

R= Radio Hidráulico (m)

S= Gradiente Hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de Rugosidad

1.6.7.2. Formula de Manning

Se enfatiza la influencia del radio hidráulico sobre el caudal indicado.

Ecuación 24

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \left(\frac{A}{n}\right) * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q= Caudal de cada tramo lt/sg

V= Velocidad (m/s)

R= Radio Hidráulico (m)

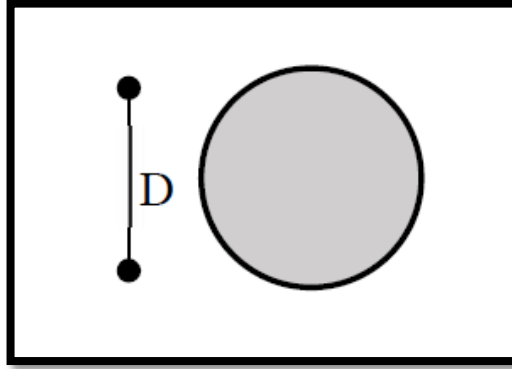
S= Gradiente Hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de Rugosidad

1.6.8. Condiciones Hidráulicas de conducción

1.6.8.1. Conducción a tubería totalmente llena

Imagen 7 Tubería totalmente llena



Fuente: Metodología de diseño del drenaje Urbano[9].

- Área mojada sección llena (A_{mtll})

Ecuación 25

$$A_{mtll} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

- Perímetro mojado sección llena (P_{mtll})

Ecuación 26

$$P_{mtll} = \pi * D$$

- Radio hidráulico a tubería llena (R_h)

Ecuación 27

$$R_{htll} = \frac{A_{mtll}}{P_{mtll}}$$

$$R_{htll} = \frac{D}{4}$$

- Velocidad para conducción a tubería llena (V_{tll})

Ecuación 28

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

➤ Caudal a conducción para tubería llena (Qtll)

Ecuación 29

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

Donde=

A_{mTLL} = Área mojada sección llena (m²)

P_{mTLL} = Perímetro mojado sección llena (m)

R_{hTLL} = Radio hidráulico a tubo totalmente lleno (m)

V_{TLL} = Velocidad a tubo totalmente lleno (m/s)

Q_{TLL} = Caudal a tubo totalmente lleno (lt /s)

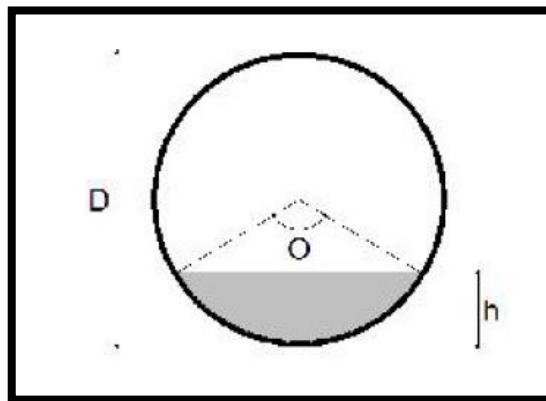
n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

S = Gradiente Hidráulica (m/m)

D = diámetro de la tubería (m)

1.6.8.2. Conducción a tubería parcialmente llena.

Imagen 8 Tubería parcialmente llena.



Fuente : Metodología de diseño del drenaje Urbano[9].

- Área en régimen hidráulico

Ecuación 30

$$Arh = 0.125 * (\theta \text{ rad} - \text{sen}\theta) * do^2$$

- Perímetro mojado

Ecuación 31

$$Pm = 0.5 * \theta * do$$

- Radio en condición hidráulica

Ecuación 32

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

- Energía Especifica

Ecuación 33

$$E = Yno + \frac{V^2}{2 * 9.81}$$

- # de Froude

Ecuación 34

$$\#F = \frac{V}{\sqrt{9.81 * D}}$$

- Profundidad hidráulica

Ecuación 35

$$D = \frac{A}{T}$$

- Ancho superficial

Ecuación 36

$$T = \text{sen} (0.5\theta) * do$$

- Tensión tractiva

La tensión tractiva es el resultado final de las fuerzas que permite que debido a la gradiente de la tubería la materia orgánica pueda circular[16].

Ecuación 37

$$t = p * g * R * S$$

Donde=

t = Tensión Tractiva (Pa)

p= Densidad del agua (kg/m)

g = Gravedad (m/s)

S = Gradiente hidráulica (m/m)

R= Radio Hidráulico (m)

Θ rad= Angulo formado en radianes y grados

Do= Diámetro (orificio interno) de diseño

A= área calculada con los criterios de ángulo (m²)

Pm= perímetro mojado (m)

Yno= tirante normal de la sección (m), siendo V (velocidad)

D= profundidad o altura hidráulica

T= ancho superficial[13].

1.6.9. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son el punto de descarga de las aguas residuales de las viviendas, estas conexiones deberán partir desde una caja de revisión, y se realizaran con una tubería de 100 mm de diámetro y con una pendiente mínima del 1% [14].

1.7. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.7.1. Tratamiento de aguas residuales

Se llama aguas residuales a la concentración y reunión de los residuos sólidos de una población determinada, las mismas que crean el subsecuente problema de evacuación, problema que es necesario resolver por motivos de salud y bienestar de los pobladores. Para poder solucionar dicho problema es necesario darle un tratamiento adecuado a las aguas residuales, este tratamiento puede llevarse a cabo mediante diferentes métodos, los mismos que se basan en las características físicas, químicas y biológicas[17].

1.7.2. Características de las aguas residuales

Tabla 19 Características de las aguas residuales

PROPIEDADES FISICAS	
CARACTERISTICAS	PROCEDENCIA
Color	Aguas domesticas e industriales, degradación de materia orgánica
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
Solidos	Agua de suministro, agua residual domestica e industrial, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Agua residual domestica e industrial.
CONSTITUYENTES QUIMICOS ORGANICOS	
Características	Procedencia
Carbohidratos	Agua residual doméstica, industrial y comercial
Grasas animales, aceites y grasa	
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Agua residual doméstica, industrial y comercial.
Contaminantes prioritarios	
Agentes tenso activos	
Compuestos orgánicos volátiles	
CONSTITUYENTES QUIMICOS INÓRGANICOS	
Características	Procedencia
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
Cloruros	
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales industriales y comerciales
PH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fosforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales; aguas de escorrentía

Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Aguas de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.
CONSTITUYENTES QUIMICOS GASES	
Características	Procedencia
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro, infiltración de agua superficial
CONSTITUYENTES BIOLÓGICOS	
Características	Procedencia
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Arqueobacterias	
virus	Aguas residuales domésticas.

Fuente: METCALF & EDDY[18].

1.7.3. Parámetros de las aguas residuales

1.7.3.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

Se determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20° C). Además de dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales[17].

1.7.3.2. Demanda bioquímica de oxígeno (DQO)

Nos permite conocer la cantidad de material orgánico no biodegradable, esto junto con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se puede calcular la cantidad de organismos y materia biodegradables presentes en el agua. Esto se logra restando el valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) al valor de la demanda química de oxígeno.

➤ $Si \frac{DBO}{DQO} < 0.4$ *NO Biodegradable*

➤ Si $\frac{DBO}{DQO} > 0.4$ *Biodegradable*

1.7.3.3. Potencial Hidrogeno (PH)

El potencial hidrogeno es nada más que la alcalinidad que tiene el agua residual y que esta depende netamente del hidrogeno presente, este valor es muy importante ya que nos indica si existe vida acuática en el lugar donde se vaya a realizar la descarga, para garantizar dicha indicación los valores deben oscilar entre 5 – 9 uph[19].

1.7.3.4. Nitrógeno (N)

Es un parámetro importante ya que nos permite identificar la cantidad de concentración de hidrogeno existente en el agua y de esta manera se produzca el desarrollo de organismos y extensión biológica en la planta de tratamiento[20].

1.7.3.5. Fosforo (P)

El fosforo tiene un valor muy importante ya que es el nutriente que permite el desarrollo de algas y variedad de plantas, normalmente este nutriente se origina por el uso de detergentes con cantidades admisibles de fosfatos[20].

Se los encuentra en las plantas de tratamiento como:

- Polifosfatos
- Ortofosfatos
- Fosfatos orgánicos

1.7.3.6. Coliformes fecales y totales

Las coliformes fecales y totales con partículas sólidas visibles que se las encuentra en las aguas residuales, las mismas que se conforman por materia orgánica, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, por sustancias inertes que pueden ser toxicas y otros componentes.

1.7.4. Tipos de Agua Residual

1.7.4.1. Agua Residual Domestica

Estas aguas residuales son las que provienen generalmente de las zonas residenciales, están contaminadas por materia orgánica en suspensión o disueltas, así también como de otros elementos inorgánicos como nitrógeno, sales minerales y fosforo[6].

1.7.4.2. Agua Residual Industrial

Estos líquidos residuales son producidos por las fábricas, lo que provoca que tengan una gran concentración de productos químicos, aceites, grasas, etc. Estos pueden ser producidos por la industria de la curtiembre, lavado de jeans, producción de azúcar, etc[6].

1.7.4.3. Agua Residual Agrícola y Ganadera

Esta agua residual generalmente se relaciona con las actividades agrícolas, crianza de animales, granjas, etc. La materia orgánica que forma parte del agua residual proviene del estiércol de los animales a esto se le combina los restos de pesticidas y otros fertilizantes utilizados para los cultivos.

1.7.4.4. Agua Residual Pluvial

Generalmente es producida por la lluvia y esta trae consigo contaminantes que puede contener la atmosfera, ingresa directamente o indirectamente a la red de alcantarillado y se mezcla con el agua residual doméstica, industrial, etc.

1.7.5. Tratamientos de agua residuales

Es un conjunto de los recursos por medio de los cuales se realiza el proceso de auto purificación de una corriente, dentro de un área delimitada y bajo condiciones controladas.

Procesos para el tratamiento de aguas residuales:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Tratamiento de lodos

1.7.5.1. Tratamiento preliminar

Es un proceso de eliminación de los elementos constituyentes de las aguas residuales cuya presencia provoca problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes proceso, operaciones y sistemas auxiliares.

1.7.5.2. Tratamiento primario

Este proceso elimina los sólidos flotantes y los sólidos sedimentales tanto finos como gruesos. Es un simple tratamiento físico que consiste en la separación de elementos solidos

que contiene el agua, este tratamiento pretende retener una buena cantidad de los sólidos en suspensión que lleva el agua residual.

Para poder lograr la retención de dichos solidos se emplea la gravedad, para que estos solidos sedimentables se depositen en los sedimentadores o en las lagunas de oxidación, en algunas ocasiones se puede potenciar este tratamiento primario con la ayuda de la adición de reactivos de manera que aumenta la formación de solidos sedimentales a partir de solidos coloidales o disueltos[17].

1.7.5.3.Tratamiento secundario

Se trata de un tratamiento biológico el mismo que busca transformar la materia orgánica del agua residual en materia celular, gases, energía y agua. A su vez también retiene sólidos en suspensión y solidos coloidales.

En la zona de este tratamiento también se llega a añadir reactivos para favorecer la eliminación de fosforo, o de solidos coloidales. A este tratamiento químico no se le debe considerar un tratamiento secundario[17].

- Tanque imhoff
- Fosas sépticas
- Laguna de oxidación
- Filtros percoladores

1.7.5.4. Tratamiento terciario

Se lo define también como un tratamiento adicional muy necesario para la eliminación de los sólidos suspendidos no tratados en las etapas anteriores y de las sustancias disueltas que permanecen en el agua residual después del tratamiento secundario convencional.

Este tipo de sustancias pueden ser materia orgánica o inorgánica, en forma de solidos suspendidos, y en su naturaleza puede variar desde iones hasta un número cada vez mayor de compuestos orgánicos sintéticos muy complejos.

Estos métodos avanzados se los pueden clasificar en función del tipo de operación o proceso unitario, o por el objetivo principal de eliminación que se quiere conseguir.

Muestra la principal función de eliminación de constituyentes; los tipos de operaciones y procesos aplicables para desarrollar esta función y tipo de aguas residual tratada[17].

- Coagulación – floculación
- Desinfección
- Precipitación química
- Oxidación avanzada

Se los usa principalmente en industrias en la que se obtienen residuos no biodegradables, entre los sistemas más comunes se tienen los de floculación – coagulación.

1.7.5.5. Tratamiento de lodos

Este tratamiento es el último, se lo aplica al lodo proveniente de los procesos que se llevan a cabo en las unidades anteriores y su ubicación por lo general es al final de la planta de tratamiento de aguas residuales, es decir que esta unidad proporciona el producto final en la depuración de las aguas residuales domésticas. Después de haberle proporcionado todos los tratamientos anteriores adecuado a las aguas residuales, es colocado en los patios de lodos, los cuales se encargaran de eliminar la humedad del lodo final[17].

1.7.6. Componentes para el tratamiento de agua residual

1.7.6.1. Cribas

Las cribas son tamices o también se las puede considerar como rejillas que se las utilizan para la separación del material sólidos muy grande el mismo que ingresa a la planta de tratamiento de aguas residuales, dichas rejillas principalmente protegen a los tratamientos de agua.

Para diseñar las cribas de rejas se toma en cuenta lo siguiente:

- Se utiliza barras de sección rectangular de 5 mm a 15 mm de espesor por 30 mm a 75 mm, las cribas de rejas gruesas tienen una sección mínima de 6 mm x 40 mm y máxima de 13 mm x 60 mm. Las dimensiones a escogerse dependen de la longitud de las barras y del mecanismo de limpieza.
- El espacio entre barras varía entre 25 mm y 50 mm, esto para ciudades con un sistema inadecuado de recolección de basura se recomienda un espaciamiento no

mayor a 25 mm debido a que se arroja una gran cantidad de basura al sistema de alcantarillado.

- Ya determinadas las dimensiones de las cribas se procederá a calcular la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0.3 m/s y 0.6 m/s, siendo 0.45 m/s un valor comúnmente utilizado.
- El Angulo de inclinación de las barras será entre 44 y 60 grados con respecto a la horizontal[17].

Imagen 9 CRIBAS



Fuente: Plantas de tratamiento de aguas residuales[21].

1.7.6.2. Desarenador

Esta estructura se emplea para remover arenas, cenizas, gravillas y otros materiales inorgánicos presentes en las aguas residuales que puedan causar abrasión o desgaste excesivo en los equipos mecánicos de una planta de tratamiento, al desarenador generalmente se lo ubica después del cribado.

Imagen 10 Desarenador



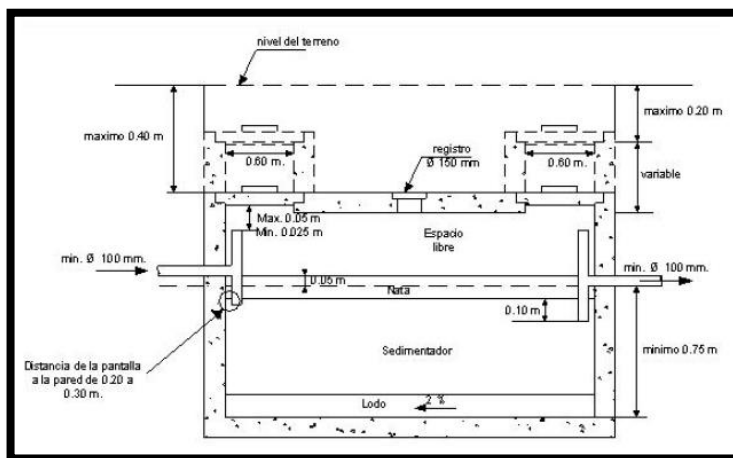
Fuente: Plantas de tratamiento de aguas residuales[21].

1.7.6.3. Tanques Sépticos

Es un depósito impermeable, de escurrimiento continuo y con una forma rectangular o cilíndrica que recibe aguas residuales y excretas provenientes de las aguas residuales, así como también aguas grises de origen doméstico.

En varios diseños el depósito está equipado con pantallas o deflectores colgantes en la entrada, para de esta manera conseguir una distribución eficaz del agua y evitar altas velocidades, y en la salida, para evitar que escape la capa de espuma y nata que se forman durante su funcionamiento[22].

Imagen 11 Tanque Séptico



Fuente: Plantas de tratamiento de aguas residuales[21].

1.7.6.4. Filtro anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)

Los filtros anaerobios son los que nos ayudan a que el flujo de agua sea distribuido correctamente y esto se debe a que estos filtros tienen una forma circular o rectangular, dichos filtros se los utiliza para el proceso de depuración principal.

Las dimensiones de estos tanques son:

- El Diámetro varía entre (6 a 26 metros)
- Altura varía entre (3 a 13 metros)

Se debe considerar los siguientes parámetros para el diseño de este filtro:

- Temperatura
- Altura de relleno
- Tiempo de detención hidráulica
- Carga hidráulica
- Carga orgánica volumétrica
- Eficacia de filtros anaerobios[17].

1.7.6.5. Sistema de lodos activados

Es un proceso de tratamiento de aguas residuales que se fundamenta en la utilización de microorganismos (bacterias heterótrofas), que crecen en el agua residual, convirtiendo la materia orgánica disuelta en productos más simples como nuevas bacterias, dióxido de carbono y agua.

1.7.6.6. Porcentajes de Remoción teórica por procesos

Tabla 20 Rendimiento y Porcentajes Teórica por procesos

Unidades de tratamiento	Rendimiento de eliminación del constituyente, porcentaje					
	BDO	DQO	SS	Pb	N-Org c	NH3-N
Rejas de barras	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	Nulo
Desarenadores	0-5 d	0-5 d	0-10 d	nulo	nulo	Nulo
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0
Fangos activados	80-95	80-85	80-90	10-25	15-50	8-15
Proceso convencional	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15
Filtros percoladores						
Alta carga, medio pétreo	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15
Carga muy alta. Medio sintético	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15
Biodiscos (rbcs)	80-85	80-85	80-85	10-25	15-50	8-15
Cloración	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	Nulo

Fuente: METCALF Y EDDY[18].

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Equipos y Materiales

Para realizar el diseño del alcantarillado sanitario de los caseríos Sigualo, Chumaqui, Chambiato y Pamatug; el estudio y evaluación de la planta de tratamiento de la parroquia García moreno, se empleó equipos y materiales que son de gran ayuda para las actividades de campo y de oficina. Entre estos tenemos:

- **GPS (Sistema de posicionamiento global)**

Este dispositivo de marca Garmin está basado en el uso de satélites artificiales y receptores específicos, proporcionado por Municipio de Pelileo – Área de planificación, cuenta con un error de más menos 3 metros que proporcionalmente es casi perfecto al momento de tomar las coordenadas UTM, para localizar posiciones de puntos al transferirlos a un plano.

- **Estación total**

La estación que se utilizó para realizar el levantamiento topográfico fue prestada por el municipio de pelileo, área de planificación, así como también la ayuda de los ingenieros a cargo, la estación total consta de un teclado que nos permite ingresar datos alfa numéricos o numéricos.

Está integrada por una pantalla grafica de tamaño estándar y con buena visualización, incluye de igual manera una memoria interna de capacidad hasta 24000 puntos.

- **Computadora Portátil**

Este dispositivo de marca Dell de séptima generación (i7), posee una tarjeta de video Radeon y 1 Tera de almacenamiento, lo que nos permite acelerar el interfaz gráfico al realizar estudios de alta calidad, con un sistema operativo Windows 10 con un procesador i7 lo que proporciona mayor velocidad en el cálculo de procesos.

- **Celular**

Dispositivo de marca Apple, modelo iPhone 7 con una RAM de 32 GB, una pantalla retina HD con una resolución de 1334 * 750 pixeles a 326 ppi, integra una cámara de 12 MP lo que me facilito tomar fotografías y llevar un registro de los datos del sitio.

- **Cinta, Estacas, Martillo**

Estos materiales ayudaron para poder realizar el levantamiento topográfico ya que nos permiten ubicar BM, así como también puntos estratégicos en la zona del sector, se consideraron estacas de madera de 15 centímetros.

- **Calculadora Básica**

Equipo básico marca CASIO fx – 570es PLUS con dimensiones 161.5 * 77 * 13.8 mm que permite realizar el cálculo de operaciones relacionadas a nuestro diseño de alcantarillado y evaluación de nuestra planta de tratamiento.

- **Cuaderno**

Material muy necesario tanto en campo como en oficina para llevar a cabo anotaciones principales y secundarias.

Programas Computacionales

- **Googles Earth**

Es un programa C++ con un interfaz gráfico Qt basado en un conjunto de imágenes satelitales que nos permite visualizar el planeta y zonas en estudio específicas.

- **Sas Planet**

Es un software que se lo puede descargar gratuitamente, con licencia GNU que nos permite la visualización de imágenes satelitales, utilizada principalmente para obtener una referencia más exacta de los sitios específicos que necesitamos para el proyecto.

- **Excel**

Es un software cuyo objetivo principal es el cálculo y tabulación de datos, se lo utiliza tanto para el sistema operativo Windows como para MacOS.

- **Global Mapper**

Es un software que ayuda al procesamiento de datos espaciales con aplicaciones SIG con accesibilidad a una gran cantidad de datos TerraServer-USA/MSRM, comparte datos DEM/DSM con la opción de licencia flotante y lectura de datos LiDAR.

- **Civil 3D**

Es un software que nos ayuda a diseñar diferentes tipos de proyectos como: puentes, redes de alcantarillado, diseño de vías, etc. Es un software de diseño BIM para la ingeniería civil.

2.2 Metodología y Nivel de Investigación

El proyecto técnico de diseño del sistema de alcantarillado sanitario de los caseríos Sigualo, Chumaqui, Chambiato y Pamatug y la evaluación de las plantas de tratamiento ubicadas en Chambiato y La Rabija se realizará a través de las siguientes etapas:

2.2.1 FASE 1: Fase Preliminar

Investigación de campo

En la primera fase se realiza lo que es el levantamiento de información en el lugar donde se va a desarrollar el proyecto, en este caso serían los cuatro caseríos establecidos, obteniendo datos importantes como el muestreo poblacional y características notables bajo las cuales está sometido la población y el proyecto.

2.2.2 FASE 2: Diseño del sistema de Alcantarillado

Investigación documental y de campo

En la segunda fase se realiza lo que es el diseño del sistema de alcantarillado sanitario obteniéndose datos documentales de diseño (normativas), población, tasa de crecimiento poblacional, censos actuales de población, densidad actual y futura, así como el desarrollo de cálculos in situ, y en escritorio para desarrollar cálculos que permitan obtener un óptimo drenaje para la población beneficiada.

2.2.3 Fase 3: Evaluación de las plantas de tratamiento

Investigación documental, laboratorio y campo

En la tercera fase se realiza la evaluación de las plantas de tratamiento, para llevar a cabo esto, se realiza un levantamiento de información establecida a lo largo del tiempo, así como la búsqueda de mecanismos que permitan evaluar el real cumplimiento de la PTAR, a través de la generación de planos y estudios de laboratorio que identifiquen el comportamiento actual de la PTAR.

2.2.4 Fase 4: Fase Técnica

Investigación documental

En la cuarta fase y esta será la final se plasmará el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y los resultados de las evaluaciones de las plantas de tratamiento a través de la propuesta de mecanismos técnicos como la obtención de planos, análisis de precios unitarios, cronograma valorado de actividades y especificaciones técnicas que faciliten un mejor entendimiento del trabajo realizado.

2.3. Fase 1: Fase preliminar del proyecto

2.3.1. Inspección del lugar

Para cumplir con la inspección del lugar donde se va a realizar el proyecto se debe monitorear de cerca donde la observación directa sería una herramienta importante para poder cumplir con el diseño de nuestro sistema de alcantarillado ya que se debe tomar en cuenta la delimitación del proyecto tomando coordenadas UTM.

2.3.2. Muestreo Poblacional

Básicamente el muestreo poblacional consiste en obtener información sobre el número de personas que serán beneficiadas con el proyecto, cuántas viviendas existen y el número de acometidas domiciliarias que se encuentran dentro del área del proyecto, esta información nos permite establecer parámetros de diseño de población actual y futura para nuestro sistema de alcantarillado.

2.3.3. Características de las zonas del proyecto

La delimitación de la zona donde se va a desarrollar el proyecto trae consigo características que nos permiten dar detalle del lugar de implantación de nuestro diseño de alcantarillado sanitario, teniendo en cuenta puntos como la ubicación, relieve, actividad socioeconómica de la población entre otros.

2.3.3.1. Características de las zonas del proyecto

Red de Alcantarillado sanitario de los caseríos Sigualo, Chumaqui, Chambiato y Pamatug.

- **Provincia:** Tungurahua
- **Cantón:** Pelileo
- **Parroquia:** García Moreno

Ubicación de cada caserío

✓ Sigualo

Norte: 9856496.11 m S

Este: 774039.67 m E

✓ Chumaqui

Norte: 9856025.19 m S

Este: 773553.60 m E

✓ Chambiato

Norte: 9854510.00 m S

Este: 773759.11 m E

✓ Pamatug

Norte: 9853792.12 m S

Este: 774598.29 m E

Imagen 12 Caseríos donde se va a realizar el Proyecto



Fuente: María Estefanía Aguaguña Medina

2.4. Fase 2: Diseño del sistema de Alcantarillado

2.4.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño nos ayuda a considerar la vida útil de nuestro proyecto de alcantarillado de acuerdo al material de las tuberías a implementar. Para el diseño del alcantarillado sanitario de los caseríos Sigualo, Chumaqui, Chambiato y Pamatug, de la parroquia García moreno, del cantón pelileo, se tomará un periodo de diseño de acuerdo a la norma boliviana y la Norma CO 10.7-601 (SENAGUA).

Tabla 21 Periodo de diseño en función a la Población.

Población (Habitantes)	Periodo (años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

a) En función de los componentes

Tabla 22 Vida útil sugerida para los elementos de un sistema.

COMPONENTES	VIDA UTIL (años)
-------------	------------------

Diques grandes y túneles		50 a 100
Obras de captación		25 a 50
Pozos		10 a 25
Conducciones de hierro dúctil		40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC		20 a 30
Planta de tratamiento		30 a 40
Tanques de Almacenamiento		30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	De hierro dúctil	40 a 50
	De asbesto cemento o PVC	20 a 25

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural[7].

Tabla 23 Periodo de diseño en función de los componentes.

COMPONENTES / EQUIPOS	PERIODO (años)
Tuberías principales y secundarias	20-30
Colectores, Emisarios	30-50
Equipos Mecánicos	5-10
Equipos Eléctricos	10-15
Equipos con combustión	5-10

Elaborado por: María E. Aguaguña Medina

Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

2.4.2 Población de Diseño

La población de diseño del proyecto se tomará de acuerdo a los datos existentes en la base de datos del instituto nacional de estadísticas y censos (INEC) de los años 2001 y 2010, los datos del año 2015 se tomarán del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García moreno donde se obtendrá datos aproximados.

2.4.3 Tasa de crecimiento poblacional

Para obtener el porcentaje de nuestro crecimiento poblacional se puede aplicar las formulas indicadas en la siguiente tabla.

Imagen 13 tasa de Crecimiento

RED DE ALCANTARILLADO CASERIOS (SIGUALO-CHUMAQUI-CHAMBIATO-PAMATUG)		
Tasa de crecimiento Poblacional		
Metodo Aritmetico o Lineal	Metodo Geometrico	Metodo Exponencial
$r = \frac{\frac{pf}{pa} - 1}{n} * 100\%$	$tc = \left(\left(\frac{pf}{pa} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right) * 100\%$	$r = \frac{Ln * \frac{pf}{pa}}{n} * 100\%$
r= tasa de crecimiento poblacional	r= tasa de crecimiento poblacional	r= tasa de crecimiento
Pf= población final	Pf= población final	Pf= población final
Pa= población inicial	Pa= población inicial	Pa= población inicial
n= periodo de tiempo	n= periodo de tiempo	t= periodo de tiempo

Elaborado por: María E. Aguaguña Medina

2.4.4 Población actual

Para realizar el cálculo de la población actual se saca el promedio de personas por vivienda previstas en el censo del año 2010, o aplicando una encuesta poblacional directamente en el sitio, pero en este proyecto se tomará los datos expuestos en el Plan de Desarrollo y ordenamiento Territorial.

2.4.5 Densidad poblacional

Consiste en una relación población / Área (actual y futura) para identificar la densidad de población dentro del área neta del proyecto. Siendo los caseríos sigualo, chumaqui, chambiato y Pamatug donde comprenden un área total de:

- **Chambiato: 8.72 Ha**
- **Sigualo y Chumaqui: 20.77 Ha**
- **Pamatug:**

Tabla 24 Densidad poblacional

ACTUAL	FUTURA
$Dp = \frac{Pa}{A}$	$Dpf = \frac{Pf}{A}$
<p>Dpa: Densidad poblacional actual Pa; Población actual A: Área</p>	<p>Dpf: Densidad poblacional futura Pf; Población futura A: Área</p>

Fuente: Autor

2.4.6 Dotación de agua potable

La dotación de aguas potable para los caseríos Sigualo, Chumaqui, Chambiato y Pamatug será tomada de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma EX IEOS 1986 considerándose como Categoría I clase obrera.

Tabla 25 Dotación de agua potable

Nivel de ingreso	Dotación
Categoría I (Obrera)	150-200
Categoría II (Clase Media)	200-280
Categoría II (Clase Alta)	280-350

Fuente: EX IEOS 1986[23].

$$Df = Da + 1 (lt - hab - dia) * n$$

Donde:

Df: dotación futura

Da: dotación actual = 150 lt/hab/día

n = periodo de diseño = 20 años

2.4.7 Cálculo de caudales Agua potable

Para calcular los caudales de inicio de agua potable debemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

Tabla 26 Cálculo de caudales de agua potable

CAUDAL	FÓRMULA
Caudal medio diario de agua potable	$QmdAp = \frac{Pf * Df}{86400}$ <p>Donde: QmdAp: caudal medio diario de agua potable (lt/sg) Pf: población futura (hab) Df: dotación futura (lt/hab/día)</p>
Caudal medio diario de evacuación	$Qmds = c * QmdAp$ <p>Donde: Qmds: caudal medio diario sanitario (lt/sg) C: coeficiente de retorno (60 – 80) % QmdAp: Caudal medio diario de Agua potable (lt/sg)</p>

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Bolivia[8].

2.4.8 Cálculo de caudales de diseño de Alcantarillado

Tabla 27 Cálculo de caudales de diseño de alcantarillado

<p>Caudal máximo instantáneo (Qins)</p>	<p style="text-align: center;">$Q_{inst} = M * Q_{mds}$</p> <p>Donde: Q_{inst}= Caudal máximo instantáneo (lt/sg) M= Coeficiente de mayoracion. Q_{mds}= Caudal Medio Diario Sanitario (lt/sg)</p>												
<p>Coefficientes de Mayoración</p>	<p>Coefficientes de mayoración según Harmon:</p>	$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}$ <p>Donde: P= Población en miles M= coeficiente de mayoración</p>											
	<p>Coefficiente de mayoración según Babbit:</p>	$M = 1 + \frac{5}{P^{0.2}}$ <p>Donde: P= Población en miles M= coeficiente de mayoración</p>											
	<p>Coefficiente de mayoración según Popel:</p>	<p>Tabla 11: Coeficiente de Mayoración según la población.</p> <table border="1" data-bbox="899 1079 1416 1509"> <thead> <tr> <th>Población (miles)</th> <th>Coefficiente (M)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><5</td> <td>2.4 – 2.00</td> </tr> <tr> <td>5 - 10</td> <td>2.0 – 1.85</td> </tr> <tr> <td>10 - 50</td> <td>1.85 – 1.60</td> </tr> <tr> <td>50 - 250</td> <td>1.60 – 1.33</td> </tr> <tr> <td>>250</td> <td>1.33</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano, Ing. Ms Dillon Moya Medina, 2014</p>	Población (miles)	Coefficiente (M)	<5	2.4 – 2.00	5 - 10	2.0 – 1.85	10 - 50	1.85 – 1.60	50 - 250	1.60 – 1.33	>250
Población (miles)	Coefficiente (M)												
<5	2.4 – 2.00												
5 - 10	2.0 – 1.85												
10 - 50	1.85 – 1.60												
50 - 250	1.60 – 1.33												
>250	1.33												

Tabla 28 Cálculo de caudales de diseño de alcantarillado

$Q_{infl} = I * L$ Donde: CAUDAL DE INFILTRACION Q_{infl} = Caudal de infiltración (lt/sg) I= Coeficiente de infiltración (lt/sg/m) L: Longitud de la tubería (m)				
Tabla 12: Coeficientes de infiltración en tuberías				
	TUBERIA HORMIGON SIMPLE/HORMIGON ARMADO		TUBERIA P.V.C	
	MORTERO	CAUCHO	PEGANT E	CAUCH O
N.F bajo	0.0005	0.0002	0.0001	0.00005
N.F alto	0.0008	0.0002	0.00015	0.0005
Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina				
Fuente: Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9] .				
CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS	$Q_{ce} = (5\% - 10\%) * Q_{infl}$ $Q_{ce} = (0.05 - 0.010) * Q_{infl}$ Donde: Q_{ce} = Caudal por conexiones erradas (lt/sg) Q_{infl} = Caudal de infiltración (lt/sg)			
CAUDAL DISEÑO	$Q_d = Q_{m ds} + Q_e + Q_{inf}$ Donde: Q_d : caudal de diseño (lt/sg) Q_{ins} : caudal medio diario sanitario (lt/sg). Q_e : caudal por conexiones erradas (lt/sg) Q_{inf} : caudal de infiltración (lt/sg)			

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Bolivia[8].

2.4.9 Gradiente Hidráulica

$$S = \frac{Ci - Cf}{L} * 100$$

Donde:

S= Gradiente Hidráulica (m/m)

Ci= Cota inicial del proyecto (m)

Cf= Cota final del proyecto (m)

L= Distancia horizontal entre la cota inicial y la cota final del proyecto (m).

2.4.10 Pendiente mínima y máximas

Tabla 29 Pendientes Mínimas y Máximas

PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA	
Pendiente Mínima	Pendiente Máxima
$S_{min} = \left(\frac{V_{min} * n}{0.397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2 * 100$ <p>Donde: Smin= Pendiente mínima (m/m) Vmin= Velocidad mínima n = Coeficiente de rugosidad de Manning para PVC D= Diámetro asumido</p>	$S_{max} = \left(\frac{V_{max} * n}{0.397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2 * 100$ <p>Donde: Smax= Pendiente máxima (m/m) Vmin= Velocidad máxima n = Coeficiente de rugosidad de Manning para PVC D= Diámetro asumido</p>

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Normas de diseño de sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[13].

Las pendientes serán calculadas en función a la velocidad máxima y mínima según las fórmulas de manning.

Tabla 30 Coeficiente de Rugosidad

Material de Revestimiento	Coeficiente "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas)	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0.025

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

$$V = \left(\frac{397}{1000 * n} \right)^2 * D^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S}$$

Donde:

V= Velocidad mínima y máxima (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning para PVC

D= Diámetro interno de la tubería

S: Gradiente Hidráulica

2.4.11 Diámetro de la tubería

Caudal totalmente lleno

Ecuación 38

$$Qd = \frac{39}{125 * n} * D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Qd= Caudal de diseño de cada tramo

n = Coeficiente de rugosidad

D= Diámetro asumido

S= Gradiente Hidráulica

Es de suma importancia que de acuerdo a la Norma INEN el diámetro mínimo a considerar en un sistema de alcantarillado es de 200 milímetros (20 centímetros).

Una vez obtenido el valor del diámetro de la tubería se procede a calcular velocidades y el caudal considerando que la tubería está completamente llena.

Las siguientes ecuaciones son derivadas de la ecuación de Manning las mismas que integran el radio hidráulico.

$$V = \frac{1}{n} * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{A}{n} * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

R= Radio Hidráulico (m)

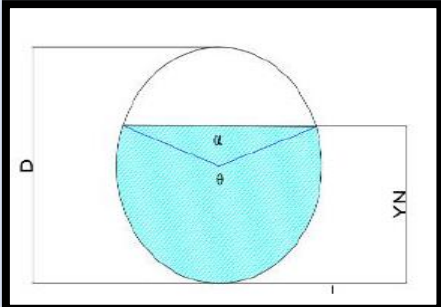
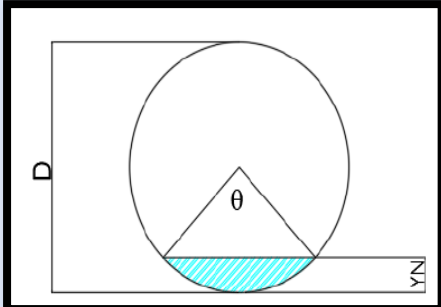
n = Coeficiente de rugosidad

S= Gradiente Hidráulica

2.4.12 Diseño hidráulico de tubería parcialmente llena

En esta sección se debe hacer el cálculo del tirante hidráulico ya que este será diferente al diámetro interno de la tubería.

Tabla 31 Diseño Hidráulico de Tubería parcialmente llena.

	Criterio 1: $YN \geq D/2$	Criterio 2: $YN < D/2$
Ángulo α		
Angulo beta (β)	$\beta = \cos^{-1} * \left(\frac{YN - \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} \right)$	$\beta = \cos^{-1} * \left(\frac{\frac{D}{2} - YN}{\frac{D}{2}} \right)$
Angulo alfa (α)	$\alpha = 2 * \beta$	NO EXISTE
Angulo teta (Θ)	$\theta = 360 - \alpha$	$\theta = 2 - \beta$
Angulo teta (Θ) expresado en radianes		$\theta = \frac{\theta * \text{PI}}{180}$

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Bolivia[8].

2.4.12.1 Cálculo del Área hidráulica

Ecuación 39

$$Arh = 0.125 * (\theta \text{ rad} - \text{sen}\theta) * do^2$$

2.4.12.2 Cálculo del Perímetro mojado

Ecuación 40

$$Pm = 0.5 * \theta * do$$

2.4.12.3 Cálculo del Radio hidráulico

Ecuación 41

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

2.4.12.4 Calculo de la Energía específica

Ecuación 42

$$E = Yno + \frac{V^2}{2 * 9.81}$$

2.4.12.5 Calculo del Ancho superficial

Ecuación 43

$$T = \text{sen} (0.5\theta) * do$$

2.4.12.6 Calculo de la Profundidad hidráulica

Ecuación 44

$$D = \frac{A}{T}$$

2.4.12.7 Calculo del número de Froude

Ecuación 45

$$\#F = \frac{V}{\sqrt{9.81 * D}}$$

2.4.12.8 Calculo de la Tensión tractiva

La tensión tractiva es el resultado final de las fuerzas que permite que debido a la gradiente de la tubería la materia orgánica pueda circular[16].

Ecuación 46

$$t = p * g * R * S$$

2.5 Fase 3: Evaluación de las plantas de tratamiento

2.5.1. Descripción de las características generales y físicas

Para las características generales y físicas de la evaluación de las plantas de tratamiento se lo hará mediante una descripción rápida y básica de donde están ubicadas, áreas de ocupación, la población que benefician, actividad socioeconómica y también un análisis en campo de los componentes existentes en nuestras plantas.

2.5.2. Operación y mantenimiento actual de la planta de tratamiento

Aquí en este punto se describe el modo de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento, así como también sobre el personal de laboratorio y cuidado.

2.5.3. Diagnóstico de las Estructuras de las PTAR

Para poder analizar el estado físico de las PTAR es un trabajo netamente de campo y este es en función de las visitas de campo que se realizó y de acuerdo al orden de funcionamiento de cada estructura, donde se diagnostica y se identifica si existe fisuras, filtraciones, daños o estancamientos de residuos entre otros.

2.5.4. Evaluación del Funcionamiento de la planta de tratamiento

Para tener una correcta evaluación de funcionamiento de las plantas de tratamiento se debe analizar la eficiencia con la que están funcionando para la remoción de contaminantes de las aguas residuales.

2.5.4.1. Eficiencia de Remoción

En este parámetro se realiza la toma de muestras de los contaminantes con la ayuda de envases apropiados (botellas Ambar) y dentro de las condiciones adecuadas de temperatura, homogenizando el agua residual que garantiza que las características físico-químicas no se vean alteradas, tanto en la entrada y salida de las PTAR.

Los parámetros a analizarse son físicos, químicos y microbiológicos entre los cuales tenemos:

- ✓ PH
- ✓ Temperatura
- ✓ Solidos suspendidos

- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ DQO (demanda química de oxígeno)
- ✓ Turbidez
- ✓ Coliformes Fecales
- ✓ Coliformes Totales

Antes de realizar la toma de las muestras de entrada y de salida de las PTAR, se debe hacer una medición de caudales con el objetivo de calcular un punto crítico donde nuestra PTAR se encuentra en su máximo funcionamiento.

Para obtener este punto crítico se debe tomar muestras de los caudales durante una semana (lunes – Domingo) con un horario de 8h00 am – 17h00 pm (cada media hora), debe ser cronometrado el respectivo aforo de volumen y aplicando el método de:

Caudal = Volumen / Tiempo

$$Q = \frac{V}{t}$$

2.5.5. Evaluación de los componentes de la PTAR

Para la evaluación de los componentes de las PTAR se realiza un análisis previo del porcentaje de remoción de contaminantes y la determinación de la vida remanente de las PTAR.

2.5.5.1. Porcentaje de Remoción de Contaminantes

Esta evaluación se la realiza en función de los porcentajes de remoción de sólidos en suspensión total y DBO que deberán ser comparados con los valores recomendados en el manual de Diseño de la PTAR (Metcalf and Eddy, 1985) y recomendando el tren de tratamiento respectivo en las PTAR en evaluación.

2.5.5.2. Determinación de la vida remanente de la PTAR.

Para realizar el cálculo de la vida remanente de la PTAR se lo realiza de acuerdo al cumplimiento del tiempo de retención establecido en la norma EX IEOS donde se aplica la evaluación de la capacidad de tratamiento de la unidad de filtración anaeróbica número 1.

Para esto se necesita el cálculo del caudal y diseño de nuestro filtro Anaeróbico de flujo descendente para compararlo con el caudal estimado de evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado existente.

Tabla 32 Determinación de la vida remanente de una PTAR.

Determinación de la vida remanente de una PTAR	
VOLUMEN TOTAL DEL FILTRO	$VTF = \frac{1.6 * (D.A.P) * (Cf R.A.S) * TRH}{1000}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ VTF: volumen total del filtro ✓ TRH: tiempo de retención hidráulica ✓ Cf. R.A.S: Coeficiente de retorno ✓ D.A.P: dotación de agua Potable
CAUDAL SANITARIO DE DISEÑO DE FAFA	$Q_{sanitario} = \frac{(P) * (D.A.P) * (Cf R.A.S)}{86400}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ P: Población ✓ Cf. R.A.S: Coeficiente de retorno ✓ D.A.P: dotación de agua Potable ✓ Qsanitario: Caudal sanitario de diseño de FAFA.

Fuente: METCALF & EDDY [23].

2.6. Fase 4: Fase Técnica

2.6.1. Presupuesto referencial

Para realizar el presupuesto referencial se analiza los rubros y el presupuesto necesario para poder efectuar el proyecto de alcantarillado sanitario de manera que se encuentren enmarcados a la realidad.

2.6.2. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas son todas las normas, documentos, disposiciones, requisitos, condiciones constructivas, formas de pago, etc.

Estas condiciones se establecen en los rubros determinaos en nuestro presupuesto referencial para la contratación y ejecución de la obra.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. FASE 1

3.1.1. Inspección del lugar

La parroquia García moreno perteneciente al cantón Pelileo provincia de Tungurahua, se caracteriza por ser una de las parroquias con extensa actividad productiva en agricultura y ganadería. Fue fundada el 26 de marzo de 1897, mediante una ordenanza se expresa que la parroquia estará dividida por caseríos, estos son:

- ✓ García Moreno
- ✓ Catimbo
- ✓ Huayrapata
- ✓ La libertad
- ✓ La rabija
- ✓ Pamatug
- ✓ Chambiato
- ✓ Chumaqui
- ✓ Sigualo[4].

Las dos plantas de tratamiento se encuentran a cargo del departamento de agua potable y alcantarillado del municipio de Pelileo, la primera planta se encuentra en la parroquia García Moreno en el caserío Chambiato, y la segunda planta de tratamiento se encuentra Ubicada en el caserío La Rabija y hace aproximadamente unos 4 años fue construida.

3.1.2. Muestreo Poblacional

La parroquia García moreno de acuerdo al último censo realizado por el instituto nacional de estadísticas y censos y al plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia, tiene una población de 7046 habitantes donde 3375 son hombres y 3671 son mujeres.

Tabla 33 Distribución Poblacional de la Parroquia García Moreno.

EDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%
de 0 a 12 años	776	817	1593	22.6%
De 13 a 18 años	552	474	1026	14.6%
De 19 a 30 años	736	745	1481	21%
De 31 a 65 años	1079	1258	2337	33.2%
Mayores a 65 años	232	377	609	8.6%
Total	3375	3671	7046	100%

Fuente: Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García Moreno[4].

3.1.3. Características de la Zona del Proyecto

3.1.3.1. Ubicación

La parroquia García Moreno se encuentra ubicada al Norte de la cabecera cantonal aproximadamente a unos 3 km del centro urbano, a una altura promedio de 2450 m.s.n.m, es una parroquia rural que pertenece al cantón pelileo en la provincia de Tungurahua.

LIMITES

- **Norte:** Parroquia Chiquicha
- **Sur:** Parroquia San Pedro de Pelileo
- **Este:** Parroquias San Pedro de Pelileo
- **Oeste:** Parroquias Salasaca y El Rosario

Caseríos beneficiados:

- ✓ Sigualo

Norte: 9856496.11 m S

Este: 774039.67 m E

✓ Chumaqui

Norte: 9856025.19 m S

Este: 773553.60 m E

Imagen 14 Sigualo y Chumaqui



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

✓ Chambiato

Norte: 9854510.00 m S

Este: 773759.11 m E

Imagen 15 Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

✓ Pamatug

Norte: 9853792.12 m S

Este: 774598.29 m E

Imagen 16 Pamatug



Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

3.1.3.2. Relieve

La parroquia García moreno se encuentra localizada bajo un relieve general de montaña, el mismo que se caracteriza por relieves montañosos y escarpados, correspondientes a la región de los andes.

Tabla 34 *Relieve*

Relieve	Localización	Actividades
Relieves montañosos	Sector noroeste de la parroquia. Ocupa el 51.87% del territorio.	Zona agropecuaria y bosques intervenido.
Glacis	Ocupa un 41.45% del territorio y se localiza bajo chumaqui, catimbo, chambiato, pamatug y el centro parroquial.	Zona agropecuaria
Vertientes	Sector noreste de la parroquia que ocupa el 6.69% del territorio.	Zona de intervención agrícola.

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García Moreno[4].

3.1.3.3. Clima

El 98% de la Parroquia se localiza bajo el régimen climatológico denominado “Montano”; apenas el 2 % se localiza bajo el régimen denominado “Montano Alto”, mismo que corresponde a la zona de Huayrapata Mirador[4].

3.1.3.4. Agua

La Parroquia se localiza bajo la Cuenca Hidrográfica del Río Pastaza, Microcuenca del Río Patate; aportando con la Unidad Hidrográfica del “Rio San Idelfonso” o también llamado por los pobladores “San Idelfonso”.

Además, se destaca la existencia de vertientes de agua importantes como son las Vertientes de Shushuri y la Cachimoya[4].

3.1.3.5. Actividad Económica

Las actividades agropecuarias de la Parroquia García Moreno, está relacionada con la “Agricultura” y “Ganadería”.

Con respecto a la Agricultura, los productos que ofrece los suelos de la zona de estudio, tenemos los siguientes: maíz suave choclo, tomate de árbol, papa, col, acelga, lechuga, coliflor, perejil, cilantro, brócoli, remolacha, arveja, habas, mora, durazno, babaco, tomate riñón y pasto.

Los datos obtenidos a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de la Parroquia García Moreno con respecto al sector ganadero manifestaron que los moradores tienen ganado de tipo bovino, destacando la población de terneras (145 cabezas) y vacas (259 cabezas).

Otro dato proporcionado a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca por medio de AGROCALIDAD, menciona que los moradores se dedican a la producción de leche que se utiliza para autoconsumo y el remanente (acopiadores que compra leche para venderla en mercados cercanos).

En la zona de estudio, tenemos un total de 9 establecimientos de tipo comercial como: tiendas, restaurantes y locales de internet, siendo estos otros medios de generar ingreso monetario por parte de los moradores, por lo que claramente se evidencia poca generación de emprendimientos por parte de los pobladores de la Parroquia García Moreno[4].

Educación

La parroquia García moreno cuenta con centros educativos distribuidos en 5 comunidades, la mayoría de las instituciones no poseen la adecuada infraestructura que garantice el conocimiento y el ejercicio de los derechos humanos, el porcentaje de analfabetismo de la parroquia es de 3.21% de acuerdo al plan de desarrollo y ordenamiento territorial, el mismo que se ha ido reduciendo a través de los años.[4].

3.1.3.6. Servicios básicos

Salud

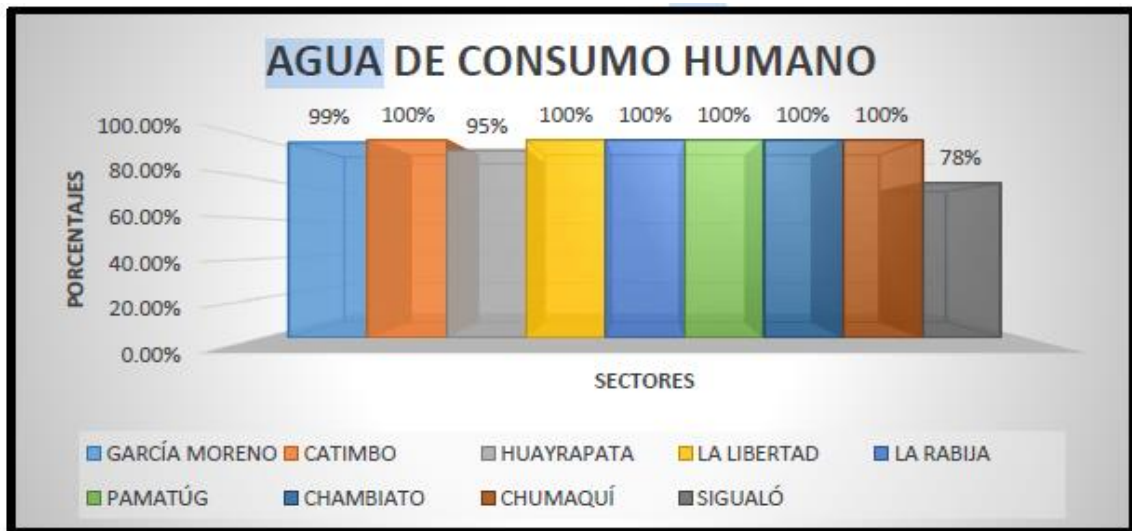
En la parroquia funciona un Subcentro de salud ubicada en Sigaló que pertenece al área número 5, en el cual trabajan 4 profesionales de la salud.

Las enfermedades que se registran en la parroquia son: las siguientes: infecciones respiratorias, Infecciones digestivas y la desnutrición leve en sectores de la población[4].

Agua potable

Catimbo, La Libertad, La Rabija, Pamatúg, Chambiato y Chumaquí cuentan con el servicio de agua para consumo humano cubiertos al 100%; en las comunidades de García Moreno, Huayrapata y Sigaló hay un porcentaje de inexistencia de este servicio del 1%, 5% y 22% respectivamente[4].

Imagen 17 Dotación de Agua Potable

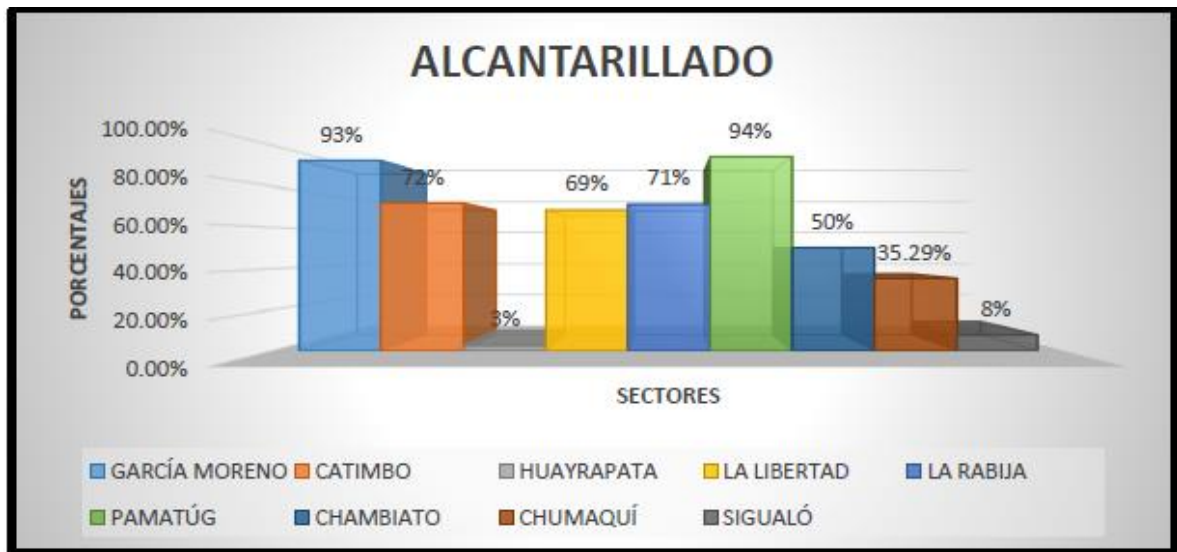


Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García moreno[4].

Alcantarillado

En cuanto a alcantarillado el grado de insatisfacción en la parroquia es bastante alto, sobre todo en los sectores de Huayrapata y Sigaló donde el 97% y 92% de la población respectivamente no cuentan con este servicio básico[4].

Imagen 18 Sistema de Alcantarillado



Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García moreno[4].

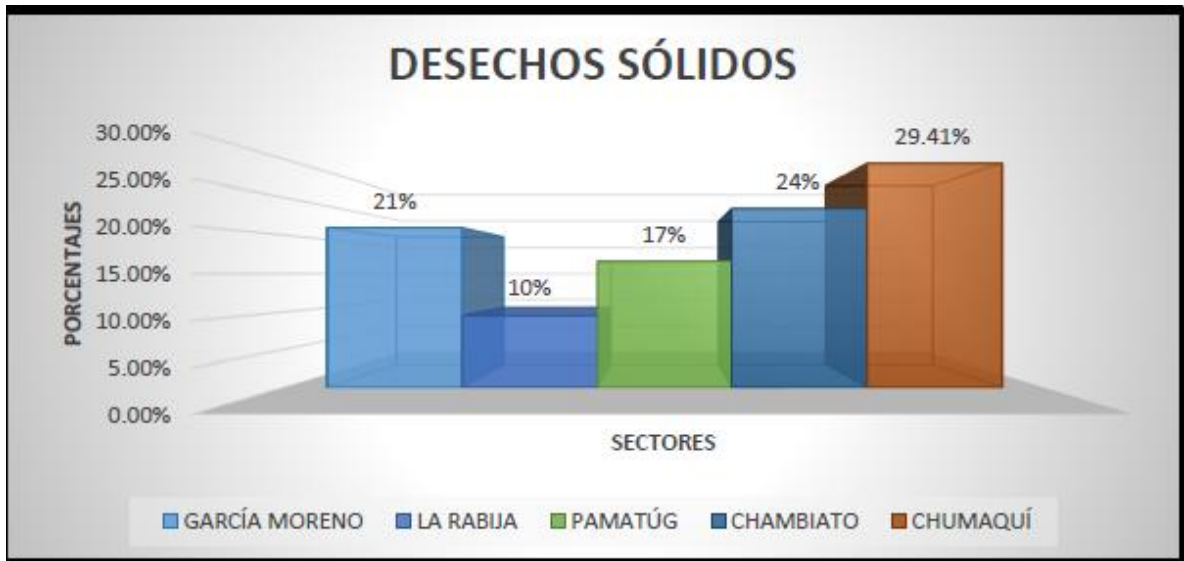
Energía eléctrica

En la parroquia, el servicio de energía eléctrica tiene un grado de insatisfacción bastante baja, pues en la mayoría de los sectores la población que no posee energía varía entre el 3% y 6%; excepto en la comunidad de La Rabija donde el 67% de la población no cuenta con este servicio[4].

Desechos sólidos

Las comunidades de Catimbo, Huayrapata, La Libertad y Sigualó pertenecientes a la Parroquia García Moreno, no cuentan con este último servicio que es de gran importancia para comodidad de los pobladores de la parroquia[4].

Imagen 19 Desechos Sólidos.



Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García moreno[4].

3.2. FASE 2: Diseño del sistema del Alcantarillado

3.2.1. Calculo del periodo de Diseño

Para diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de la parroquia García Moreno, del cantón Pelileo, se ha tomado un periodo de diseño de 20 años utilizando como referencia los siguientes datos:

a) En función a la población

Tabla 35 Periodo de diseño en función a la Población.

Población (Habitantes)	Periodo (años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano.

b) De los componentes

Tabla 36 Periodo de diseño en función de los componentes.

COMPONENTES / EQUIPOS	PERIODO (años)
-----------------------	----------------

Tuberías principales y secundarias	20-30
Colectores, Emisarios	30-50
Equipos Mecánicos	5-10
Equipos Eléctricos	10-15
Equipos con combustión	5-10

Elaborado por: María E. Aguaguña Medina

Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[9].

Tabla 37 Vida útil sugerida para los elementos de un alcantarillado

COMPONENTE	VIDA UTIL (Años)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	30 a 40
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo a especificaciones de la fábrica.

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: NORMA INEN[14].

3.2.2. Cálculo de la población de diseño

Realizar el cálculo del número de habitantes para los cuales va a ser diseñado el sistema de alcantarillado es fundamental ya que es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad.

Es fundamental determinar las demandas futuras de una población para así prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los periodos económicos del diseño.

Tabla 38 Población de la Parroquia García Moreno

CENSOS	PARROQUIA GARCIA MORENO		
	HOMBRE	MUJER	TOTAL
1990	2135	2333	4468
2001	2519	2692	5211
2010	3056	3324	6380
2015(PDOTRPGM)	3375	3671	7046

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia García moreno[4].

3.2.3. Determinación del índice de crecimiento poblacional

Para la determinación de dicho parámetro de crecimiento poblacional (tc) se utilizarán los tres métodos:

3.2.3.1. Método aritmético

Para determinar la tasa de crecimiento utilizamos este método, el mismo que considera un crecimiento de forma lineal y constante de la población, esto nos dice que la cantidad de habitantes que se incrementa va a ser la misma para cada unidad de tiempo.

$$tc = \frac{\frac{pf}{pa} - 1}{t} * 100\%$$

Donde:

Tc= tasa de crecimiento poblacional

Pf= población final

Pa= población inicial

t= número de años entre los censos realizados.

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 1990 – 2001**

DATOS:

Pf= 5211 Habitantes

Pa=4468 Habitantes

t = 2001 – 1990 = 11

$$tc = \frac{\frac{5211}{4468} - 1}{11} * 100\%$$

$$tc = 1.512 \%$$

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 2001 – 2010**

DATOS:

Pf= 6380 Habitantes

Pa=5211 Habitantes

t = 2010 – 2001 = 9

$$tc = \frac{\frac{6380}{5211} - 1}{9} * 100\%$$

$$tc = 2.493\%$$

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 2010 – 2015**

DATOS:

Pf= 7046 Habitantes

Pa=6380 Habitantes

t = 2015 – 2010 = 5

$$tc = \frac{\frac{7046}{6380} - 1}{5} * 100\%$$

$$tc = 2.088\%$$

Tabla 39 Determinación de la tasa de crecimiento método aritmético

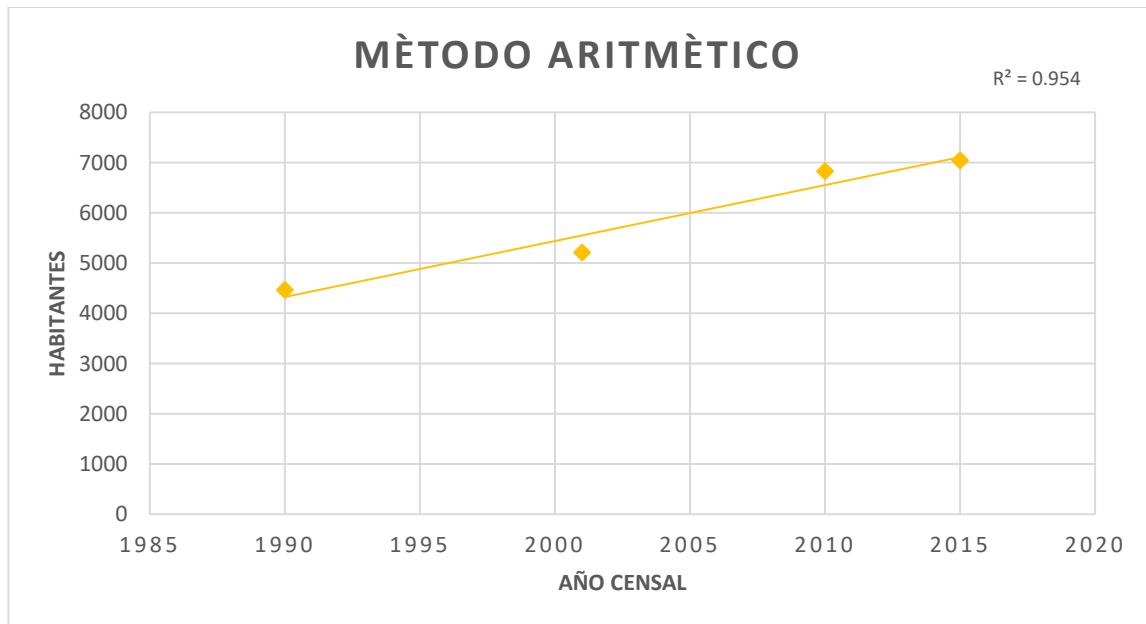
AÑO CENSAL	POBLACION (habitantes)	INTERVALO DE TIEMPO (años)	TASA DE CRECIMIENTO (tc%)
1990	4468		
2001	5211	11	1.512
2010	6830	9	2.493
2015 (PDOTPRGM)	7046	5	2.088
PROMEDIO tc%			2.031

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

$$Pm = \frac{1.512 + 2.493 + 2.088}{3}$$

$$Pm = 2.031\%$$

Imagen 20 Curva de Tendencia de Correlación R (Población vs Año Censado) Método Aritmético.



Elaborado por: María Estefanía Aguaguíña Medina

3.2.3.2. Método geométrico

En este método se mantiene constante es el porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo y no por unidad de monto y los elementos de la ecuación son los mismos que del método aritmético.

El índice de crecimiento poblacional con el método geométrico se obtiene con la siguiente formula:

$$tc = \left(\left(\frac{pf}{pa} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right) * 100\%$$

Tc= tasa de crecimiento poblacional

Pf= población final

Pa= población inicial

t= número de años entre los censos realizados.

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 1990 – 2001**

DATOS:

Pf= 5211 Habitantes

Pa=4468 Habitantes

t = 2001 – 1990 = 11

$$tc = \left(\left(\frac{5211}{4468} \right)^{\frac{1}{11}} - 1 \right) * 100\%$$

$$tc = 1.41 \%$$

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 2001 – 2010**

DATOS:

Pf= 6380 Habitantes

Pa=5211 Habitantes

t = 2010 – 2001 = 9

$$tc = \left(\left(\frac{6380}{5211} \right)^{\frac{1}{9}} - 1 \right) * 100\%$$

$$tc = 2.274\%$$

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 2010 – 2015**

DATOS:

Pf= 7046 Habitantes

Pa=6380 Habitantes

t = 2015 – 2010 = 5

$$tc = \left(\left(\frac{7046}{6380} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right) * 100\%$$

$$tc = 2.006\%$$

Imagen 21 Determinación de la tasa de crecimiento método geométrico

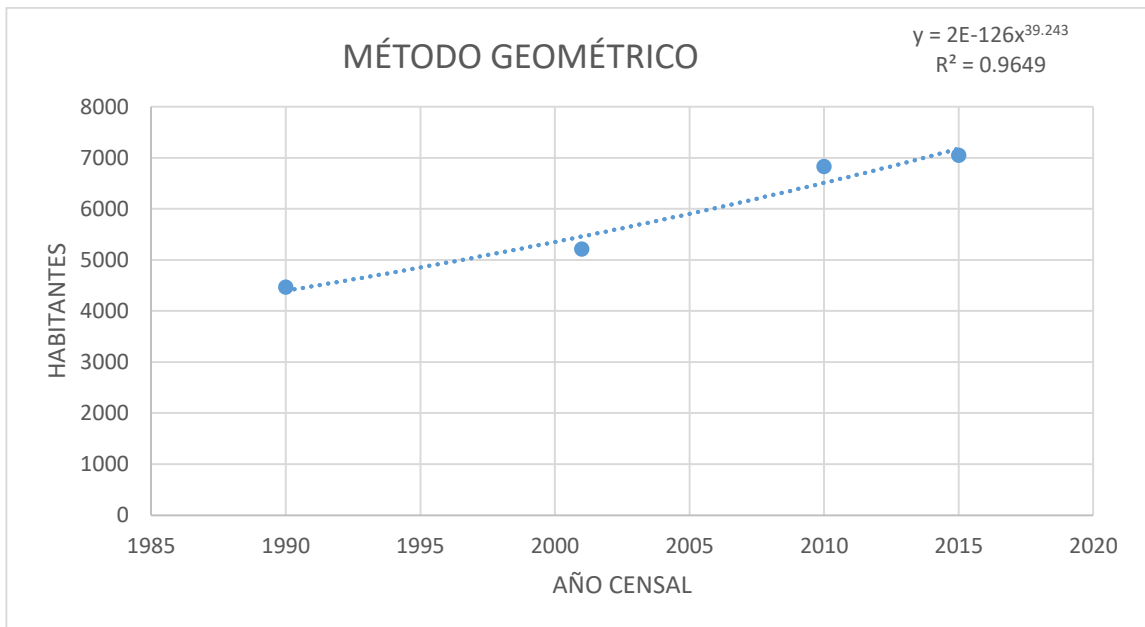
AÑO CENSAL	POBLACION (habitantes)	INTERVALO DE TIEMPO (años)	TASA DE CRECIMIENTO (tc%)
1990	4468		
2001	5211	11	1.41
2010	6830	9	2.274
2015	7046	5	2.006
PROMEDIO tc%			1.897

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

$$Pm = \frac{1.41 + 2.274 + 2.006}{3}$$

$$Pm = 1.897\%$$

Imagen 22 Curva de Tendencia de Correlación R (Población vs Año Censado) Método Geométrico.



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

3.2.3.3. Método exponencial

Este método supone que el crecimiento se produce de forma continua y no por cada unidad de tiempo.

$$tc = \frac{\text{Ln} * \frac{pf}{pa}}{t} * 100\%$$

Tc= tasa de crecimiento poblacional

Pf= población final

Pa= población inicial

t= número de años entre los censos realizados.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomarán como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios.

✓ TASA DE CRECIMIENTO 1990 – 2001

DATOS:

Pf= 5211 Habitantes

Pa=4468 Habitantes

t = 2001 – 1990 = 11

$$tc = \frac{\text{Ln} * \frac{5211}{4468}}{11} * 100\%$$

$$tc = 1.40 \%$$

✓ TASA DE CRECIMIENTO 2001 – 2010

DATOS:

Pf= 6380 Habitantes

Pa=5211 Habitantes

t = 2010 – 2001 = 9

$$tc = \frac{Ln * \frac{6380}{5211}}{9} * 100\%$$

$$tc = 2.25\%$$

✓ **TASA DE CRECIMIENTO 2010 – 2015**

DATOS:

Pf= 7046 Habitantes

Pa=6380 Habitantes

t = 2015 – 2010 = 5

$$tc = \frac{Ln * \frac{7046}{6380}}{5} * 100\%$$

$$tc = 1.96\%$$

Tabla 40 Determinación de la tasa de crecimiento método exponencial

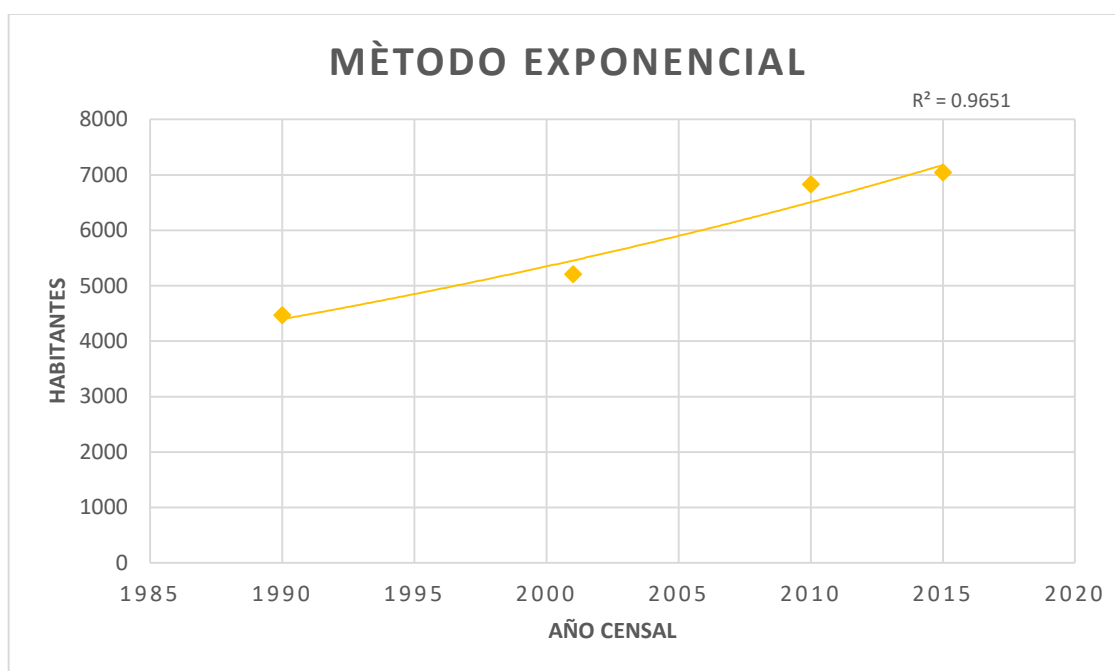
AÑO CENSAL	POBLACION (habitantes)	INTERVALO DE TIEMPO (años)	TASA DE CRECIMIENTO (tc%)
1990	4468		
2001	5211	11	1.4
2010	6830	9	2.25
2015	7046	5	1.96
PROMEDIO tc%			1.870

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

$$Pm = \frac{1.40 + 2.25 + 1.96}{3}$$

$$Pm = 1.870\%$$

Imagen 23 Curva de Tendencia de Correlación R (Población vs Año Censado) Método Exponencial.



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

3.2.3.4. Resumen de los métodos para el cálculo del índice de crecimiento poblacional.

Tabla 41 Determinación de la tasa de crecimiento método exponencial

METODO	TASA DE CRECIMIENTO (Tc%)	COEFICIENTE DE CORRELACION R ²
Aritmético	2.031	0.954
Geométrico	1.897	0.9649
Exponencial	1.870	0.9651

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Una vez que se ha realizado el cálculo por medio de todos los métodos respectivamente, se ha tomado el valor de 1.897% el cual es el valor obtenido mediante el método geométrico, con una ecuación de R al cuadrado de 0.9649, no se tomó el valor el método

exponencial por el motivo que, al hacer un análisis de los datos, no existía un aumento significativo en la población.

Se ha seleccionado el método geométrico, debido a que la zona donde se va a realizar el proyecto tiene muy alta productividad y su expansión territorial es grande.

3.2.4. Población actual

La población actual según el PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE GARCIA MORENO del año 2015, indica que hay un total de 7046 habitantes, repartidos entre 3375 hombres y 3671 mujeres respectivamente en la parroquia García Moreno, la mayor parte de habitantes se encuentra en los caseríos Síguelo, Pamatug, Catimbo y Chambiato en los cuales se va aplicar el proyecto.

- ✓ Síguelo: 210 Hab
- ✓ Chumaqui: 82 Hab
- ✓ Pamatug: 305 Hab
- ✓ Chambiato: 145 Hab

3.2.5. Población futura del caserío Síguelo

$$Pf = Pa * (1 + i)^t$$

Donde:

Pf= población calculada al final del periodo de diseño.

Pa= población actual del caserío Síguelo= 210 Hab

i = tasa de crecimiento poblacional = 1.897%

t= Periodo de diseño = 20 años

$$Pfutura = Pa * (1 + i)^t$$

$$Pfutura = 210 * (1 + 0.01897)^{20}$$

$$Pfutura = 305.81 Hab$$

Aproximado 306 habitantes

3.2.5.1. Calculo de la población del caserío Chumaqui.

$$Pf = Pa * (1 + i)^t$$

Donde:

Pf= población calculada al final del periodo de diseño.

Pa= población actual del caserío Chumaqui= 82 Hab

i = tasa de crecimiento poblacional = 1.897%

t= Periodo de diseño = 20 años

$$Pfutura = Pa * (1 + i)^t$$

$$Pfutura = 82 * (1 + 0.01897)^{20}$$

$$Pfutura = 119.41 Hab$$

Aproximado 119 habitantes

3.2.5.2. Calculo de la densidad poblacional del caserío Sigualo y Chumaqui

Datos:

✓ Área de Diseño: 23.52 Ha

✓ Pf: 306 Hab

✓ Pf= 119 Hab

$$Dpf = \frac{(306 Hab + 119 Ha)}{23.52 Ha}$$

$$Dpf = 18.07 \frac{Hab}{Ha}$$

3.2.5.3. Calculo del suministro de agua potable

La dotación de agua potable se tomó en función del consumo y necesidad de la población, para tener un valor estimado de cuanta cantidad de agua puede descargarse en nuestro sistema de alcantarillado.

Tabla 42 Dotaciones recomendadas

POBLACION (Hab)	CLIMA	DOTACION MEDIA FUTURA (Lt/hab/día)
Hasta 5000	Frio	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
500 a 50000	Frio	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frio	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Fuente: NORMA INEN – 5ta Parte – literal 4.1-4.2[10].

Esta dotación se la calcula considerando un parámetro que indica un criterio en la dotación equivalente a 1 Lt/ día por cada habitante durante el periodo de diseño[11].

Datos

Da= 150 lt / Hab / dia

N= 20 años

$$Df = Da + 1 \text{ lts} - \text{hab} - \text{dia} * n$$

$$Df = 150 \text{ lts} - \text{hab} - \text{dia} + 1 \text{ lts} - \text{hab} - \text{dia} * 20$$

$$Df = 170 \text{ lts} - \text{hab} - \text{dia}$$

3.2.6. Resultados del cálculo de caudales de Agua Potable caseríos Sigualo y Chumaqui

3.2.6.1. Caudal medio diario de agua potable (QmdAP)

Se lo calcula en función de la población futura y dotación futura.

TRAMO 1

P1-P2

$$Pf = 134 \text{ Hab}$$

$$Df = 170 \text{ lts} - \text{Hab} - \text{dia}$$

$$QmdAp = \frac{Pf * Df}{86400}$$

$$QmdAp = \frac{134 * 170}{86400}$$

$$QmdAp = 0.26 \text{ lt/sg}$$

3.2.6.2. Caudal medio diario sanitario (Qmds)

Este caudal es el agua que consume la población para realizar sus actividades domésticas diarias, sin contar las pérdidas[7].

$$Qmds = c * QmdAp$$

$$Qmds = 0.8 * 0.26 \text{ lt/sg}$$

$$Qmds = 0.21 \text{ lt/sg}$$

3.2.7. Resultados del cálculo de caudales de diseño de Alcantarillado

3.2.7.1. Calculo del Coeficiente de mayoración (M)

✓ Coeficientes de mayoracion según Harmon:

Recomendado para poblaciones de 1000 a 100000 habitantes, no existe limitaciones.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{7.046}}$$

$$M = 3.10$$

$$2.0 \leq M \leq 3.8$$

3.2.7.2. Calculo del Caudal máximo instantáneo (Qins)

Es el caudal máximo de las aguas residuales que se observa en cualquier año dentro del periodo d diseño y normalmente se lo calcula para el final del periodo[7].

$$Q_{inst} = K * Q_{mds}$$

$$Q_{inst} = 3.10 * 0.21 \text{ lt/sg}$$

$$Q_{inst} = 0.66 \text{ lt/sg}$$

3.2.7.3. Calculo del Caudal de infiltración o coeficiente de infiltración (Qinfl).

Este caudal depende del nivel freático que exista o de las aguas de escorrentía que filtran a través de las fisuras, uniones o juntas[7].

Datos

$$L = 403.41 \text{ m}$$

$$Q_{infl} = I * L$$

$$Q_{infl} = 0.0005 \text{ lt - sg - m} * 403.41 \text{ m}$$

$$Q_{infl} = 0.20 \text{ lt/sg}$$

3.2.7.4. Calculo del Caudal por conexiones erradas.

Este caudal hace referencia a las malas conexiones que se realizan en las tuberías y es el 5% al 10% del caudal instantáneo[7].

$$Q_{ce} = (5\% - 10\%) * Q_{ins}$$

$$Q_{ce} = (0.05 - 0.10) * Q_{ins}$$

$$Q_{ce} = (0.10) * 0.651 \text{ lt/sg}$$

$$Q_{ce} = 0.07 \text{ lt/sg}$$

3.2.7.5. Calculo del Caudal de diseño (Qd)

$$Qd = Qins + Qe + Qinf$$

$$Qd = 0.66 \frac{lt}{sg} + 0.07 \frac{lt}{sg} + 0.20 \frac{lt}{sg}$$

$$Qd = 0.92 \frac{lt}{sg}$$

3.2.8. Calculo de la Gradiente Hidráulica

Caserío Sigualo y Chamaqui

TRAMO 1

Pozo 2 – Pozo 3

$$S = \frac{Ci - Cf}{L} * 1000$$

$$S = \frac{2304.87 - 2304.08}{44.65m} * 1000$$

$$S = 19.8 \%$$

3.2.8.1. Calculo del diámetro

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

$$D = \left(\frac{Q * n}{0.312 * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = \left(\frac{0.023 * 0.011}{0.312 * 0.0177^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0.15 m$$

Diametro asumido = 0.25 m

Considerando las condiciones que nos plantean las normas, nos dice que el diámetro mínimo es de 200 mm, pero debido a que en los cálculos hidráulicos no cumple todas las condiciones se considera una tubería de 250 mm para las calles 1, 2 y la calle 4; para la calle 3 se considera una tubería de 400 mm, debido a que en los cálculos hidráulicos no cumple todas las condiciones.

3.2.8.2. Calculo de la Pendiente mínima y máxima

Dicha pendiente se determina para poder garantizar la conducción de auto limpieza desde la etapa inicial del proyecto de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Datos

Pozo 2 – Pozo 3

n = 0.011

Vmin= 1.70 m/s

Diámetro asumido = 250mm

Pendiente máxima

$$V = \left(\frac{397}{1000 * n} \right)^2 * D^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S}$$

$$S_{max} = \left(\frac{v * n * 1000}{397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S_{max} = \left(\frac{1.70 \frac{m}{s} * 0.011 * 1000}{397 * 0.25^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S_{max} = 14.1\%$$

Pendiente mínima

$$V = \left(\frac{397}{1000 * n} \right)^2 * D^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S}$$

$$S_{min} = \left(\frac{v * n * 1000}{397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S_{min} = \left(\frac{0.60 \frac{m}{s} * 0.011 * 1000}{397 * 0.25^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S_{min} = 1.75\%$$

Donde:

V= Velocidad mínima y máxima (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning para PVC

3.2.9. Resultados de los elementos hidráulicos a tubería totalmente llena Pozo 7 – Pozo 8

Los elementos que se van a calcular son =

- Caudal
- Velocidad
- Radio hidráulico

3.2.9.1. Cálculo del caudal a tubería llena

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

$$Qtll = \frac{0.312}{0.011} * 0.25^{\frac{8}{3}} * 0.0505^{\frac{1}{2}}$$

$$Qtll = 133.64 \text{ lt/sg}$$

3.2.9.2. Cálculo de la Velocidad para conducción a tubería llena (Vtll)

$$Vtll = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{tll} = \frac{0.397}{0.011} * 0.25^{\frac{2}{3}} * 0.0505^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{tll} = 2.72 \text{ m/s}$$

3.2.9.3. Cálculo del Radio Hidráulico a conducción para tubería llena (Qtll)

$$R_{htll} = \frac{A_{mtll}}{P_{mtll}}$$

$$R_{htll} = \frac{D}{4}$$

$$R_{htll} = \frac{0.25\text{m}}{4}$$

$$R_{htll} = 0.0625$$

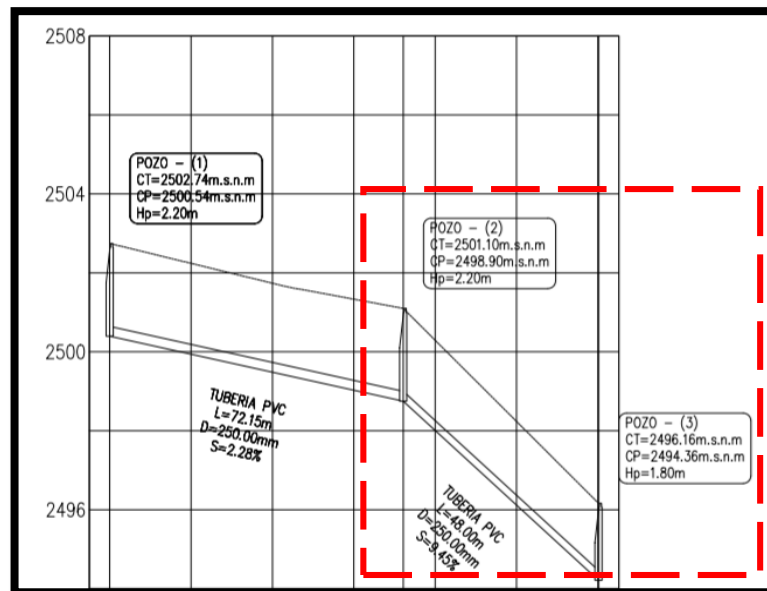
3.2.9.4. Cálculo de Pozo de Salto

Datos Iniciales

CASERIO PAMATUG

Pozo 2 – Pozo 3

Imagen 24 Detalles de Pozos y Tuberías sin Salto



Elaborado: Maria Estefania Aguaguña Medina

$$Cota Inferior Pz2 = 2501.10m - 2.20m$$

$$Cota Inferior Pz2 = 2498.9 m$$

$$Cota Inferior Pz3 = 2501.10m - 1.80m$$

$$Cota Inferior Pz3 = 2494.36 m$$

- **Altura con una pendiente de 5%**

$$H_{5\%} = 48.00 m * 0.05$$

$$H_{5\%} = 2.4 m$$

$$Cota Inferior Pz2 Salto = 2494.36m + 2.40m$$

$$Cota Inferior Pz2 Salto = 2496.76m$$

- **Altura de Salto**

$$H salto = 2498.9m - 2496.76m$$

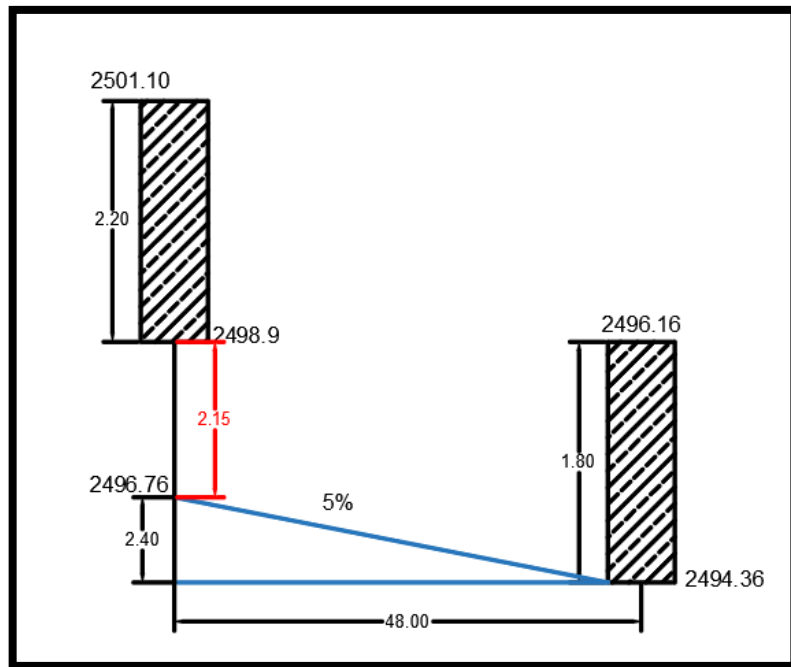
$$H salto = 2.15 m$$

- **Altura total del Pozo con Salto**

$$H Pozo salto = 2.20 m + 2.15m$$

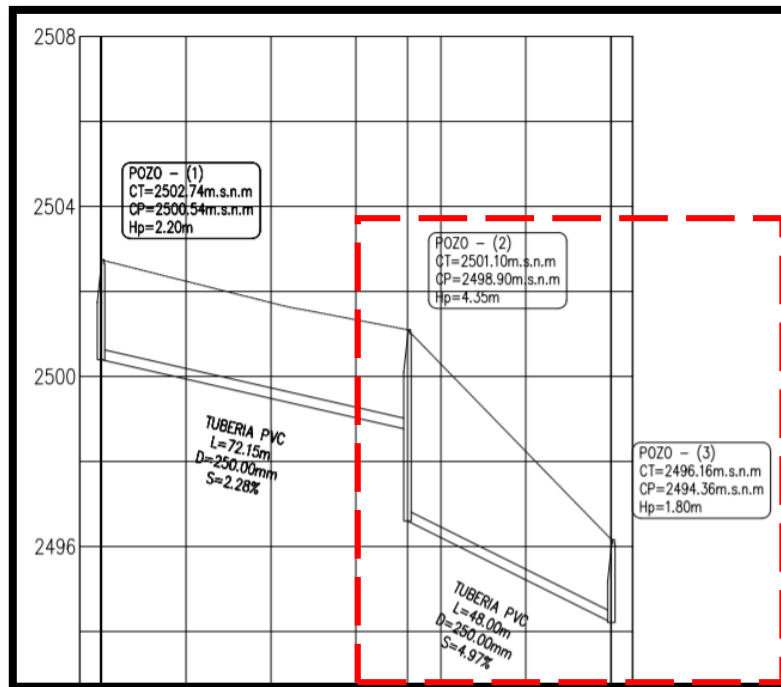
$$H Pozo alto = 4.35 m$$

Imagen 25 Pozo de Salto



Elaborado: Maria Estefania Aguaguña Medina

Imagen 26 Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario con Pozo de Salto



Elaborado: Maria Estefania Aguaguña Medina

3.2.10. Cálculo de los elementos hidráulicos tubería parcialmente llena

3.2.10.1. Cálculo del Área hidráulica

$$\beta = \cos^{-1} * \left(\frac{\frac{D}{2} - YN}{\frac{D}{2}} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} * \left(\frac{0.109}{0.125} \right)$$

$$\beta = 29.31^\circ$$

$$(\theta) = 2 * \beta$$

$$(\theta) = 2 * 29.31^\circ$$

$$(\theta) = 58.62^\circ$$

$$(\theta) = 1.02 \text{ rad}$$

$$Arh = 0.125 * (\theta \text{ rad} - \text{sen}\theta) * do^2$$

$$Arh = 0.125 * (1.02 - \text{sen}58.62^\circ) * 0.25^2$$

$$Arh = 0.0013 \text{ m}^2$$

3.2.10.2. Cálculo del Perímetro mojado

$$Pm = 0.5 * \theta * do$$

$$Pm = 0.5 * 1.02 * 0.25$$

$$Pm = 0.1275 \text{ m}$$

3.2.10.3. Cálculo del Radio hidráulico

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

$$Rh = \frac{0.00130 \text{ m}^2}{0.1275 \text{ m}}$$

$$Rh = 0.010 \text{ m}$$

3.2.10.4. Verificación del tirante normal

$$\frac{Q * n}{S^{\frac{1}{2}}} = A * Rh^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{0.00092 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 0.011}{0.0505^{\frac{1}{2}}} = 0.00130 \text{ m}^2 * 0.010 \text{ m}^{\frac{2}{3}}$$

$$0.00005 = 0.00006$$

3.2.10.5. Calculo de la Velocidad

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.011} * 0.010^{\frac{2}{3}} * 0.0505^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2.72 \text{ m/s}$$

3.2.10.6. Calculo de la Energía específica

$$E = Yno + \frac{V^2}{2 * 9.81}$$

$$E = 0.109 + \frac{2.72^2}{2 * 9.81}$$

3.2.10.7. Calculo del Ancho superficial

$$T = \text{sen}(0.5\theta) * do$$

$$T = \text{sen}(0.5 * 58.62) * 0.25$$

$$T = 0.061 \text{ m}$$

3.2.10.8. Calculo de la Profundidad hidráulica

$$D = \frac{A}{T}$$

$$D = \frac{0.0013 \text{ m}^2}{0.061 \text{ m}}$$

$$D = 0.021 \text{ m}$$

3.2.10.9. Cálculo del número de Froude

$$\#F = \frac{2.72 \text{ m/s}}{\sqrt{9.81 * 0.25 \text{ m}}}$$

$$\#F = \frac{2.72 \text{ m/s}}{\sqrt{9.81 * 0.25 \text{ m}}}$$

3.2.10.10. Cálculo de la Tensión tractiva

$$t = \rho * g * R * S$$

$$t = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.010 \text{ m} * 0.0505$$

3.3. FASE 3: Evaluación de las plantas de Tratamiento

3.3.1. Planta de Tratamiento - Chambiato

3.3.1.1. Ubicación

El sector de Chambiato, de la parroquia García Moreno, posee un sistema de alcantarillado que recoge los caudales sanitarios domésticos de la zona y los conduce hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el caserío Chambiato, planta a ser evaluada para su final devolución al medio ambiente.

Las actividades principales de la localidad incluyen la agricultura y ganadería, cuyas aguas residuales son descargadas al sistema de alcantarillado existente, pero adicionalmente tiene una gran influencia de las industrias productoras de jeans.

Para la presente evaluación se realizaron varias visitas de campo con el fin de establecer las características principales de funcionamiento de la PTAR, tanto en días laborables como durante el periodo de fin de semana. La planta de tratamiento se encuentra ubicada en:

- Norte: 9855634.93 m S
- Este: 773740.61 m E

Imagen 27 Planta de tratamiento Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

3.3.1.2. Operación y mantenimiento actual de las plantas de tratamiento

La planta depuradora de Chambiato, no cuenta con personal a tiempo completo para su mantenimiento y operación. La operación básica consiste en la descarga de lodos de los reactores anaerobios, hacia el lecho de secado y el vaciado de los filtros periódicamente.

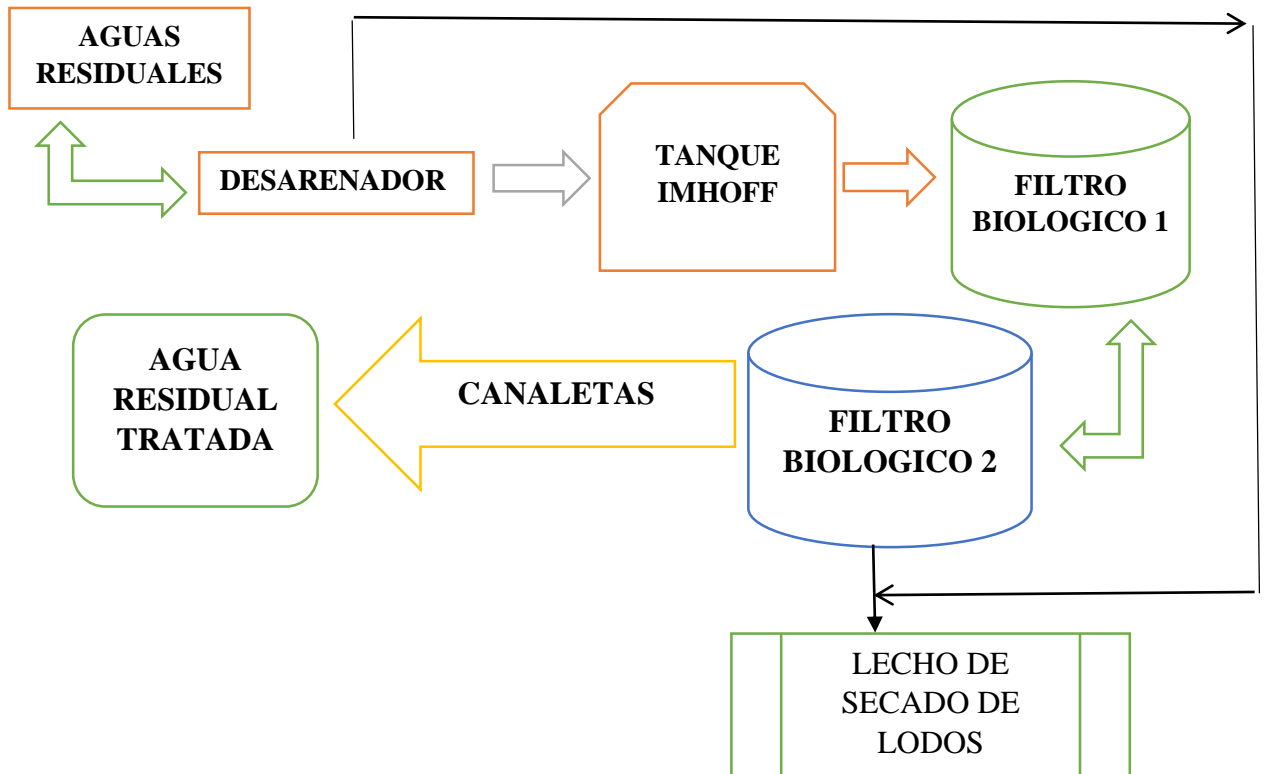
La PTAR no cuenta con un laboratorio en sus instalaciones, ni talleres en donde se brinde mantenimiento a sus estructuras.

3.3.1.3. Descripción de las Características Generales y Físicas

La PTAR de Chambiato está localizada en: (N9855634.93, E773740.61) y ocupa un área de 720 m². Limita con parcelas utilizados para cultivos y ganadería.

Consta de cuatro etapas de tratamiento, inicialmente se cuenta con un desarenado, a continuación, un reactor biológico (IMHOFF), para luego dar paso a dos filtros biológicos de grava de flujo ascendente en serie. Finalmente, la PTAR cuenta con una unidad de secado de lodos residuales. El proceso de tratamiento de las aguas residuales ha sido esquematizado en la siguiente figura.

3.3.1.4. Diagrama de flujo de la Primera planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia García moreno.



A continuación, se hace una breve descripción de cada una de las estructuras existentes y en el estado que se encuentran actualmente:

✓ **Desarenador**

El desarenador tiene una sección rectangular y cuenta con una primera caja de recepción cuya pared lateral tiene un vertedero para el control del caudal de ingreso de la planta. El desarenador actualmente se encuentra colmatado de basura y residuos pétreos que impide el correcto funcionamiento y en horas determinadas horas del día existe un incremento de caudal lo cual causa el desborde de cierta cantidad de agua. Se presume que el incremento de caudal se produce debido a las descargar puntuales en las industrias cercanas o la inclusión de caudales de escorrentía superficial de exceso del riego.

Imagen 28 Desarenador-Planta de tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

✓ **Cribas**

Las rejillas cumplen con la función de retener los sólidos gruesos, pero las rejillas existentes en la presente planta se encuentran deterioradas lo que provoca el ingreso de todo tipo de sólidos, especialmente los más grandes, por lo que se requiere un cambio o una reparación.

Como podemos observar existen rejillas al final del proceso de tratamiento y existen sólidos en las mismas, lo que se puede deducir fácilmente que el agua no está siendo tratada correctamente.

Imagen 29 Cribas de Entrada- Planta de tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguíña Medina

Imagen 30 Cribas de Salida– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguíña Medina

✓ **Tanque IMHOFF**

El tanque IMHOFF cuenta con dos compartimentos los cuales contienen agua residual, en la parte superior se encuentran varias tapas abiertas donde se puede observar que en el interior del tanque existe una gran cantidad de sólidos suspendidos que pasaron desde el desarenador.

Imagen 31 Tanque IMHOFF– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

✓ **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente**

Existen dos filtros anaerobios de flujo ascendente en serie a continuación del reactor biológico. Se puede observar una gran cantidad de lodo, de sólidos suspendidos y disueltos los mismos generan un fuerte mal olor afectando la calidad de vida de la población cercana. Estas condiciones pueden darse por el mal cribado y desarenado que incluyen gran cantidad de sólidos y también que del tanque INHOFF se está escapando parte de la biomasa que es la encargada de la remoción de contaminantes en esta fase previa.

Imagen 32 Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

✓ **Lecho de Secado de Lodos**

Una vez filtradas las aguas residuales son descargadas al lecho de secado de lodos. La tubería que conduce el efluente tratado proveniente de los filtros se interconecta con la tubería de desagüe de los lodos del reactor. Esta interconexión tiene lugar aguas arriba del lecho de secado. La línea de tratamiento de lodos residuales generados en la PTAR, consiste en una unidad de secado. Los lodos son descargados a esta unidad a través de una tubería de PVC de 160mm de diámetro desde el reactor.

El lecho de secado, previo a la descarga final, cuenta con un lecho de grava, el diámetro promedio de la grava es 8.00 cm). Finalmente, las aguas residuales tratadas son reincorporadas al medio ambiente por medio de un canal rectangular de 25 m x 0.30 x 0.30 con orificios de 0.5 cm cada 0.5 m en su pared lateral.

Cuando no se realiza un correcto mantenimiento la estructura empieza a deteriorarse y se puede ver la existencia de plantas, de residuos sólidos, la tubería está rota, ha perdido su funcionamiento y esto se debe por no realizar la descarga de los lodos el tanque Imhoff en los tiempos para los que se ha diseñado.

***Imagen 33** Lecho de Secado de Lodos– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato*



Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

3.3.2. Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento CHAMBIATO

El funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual se evalúa en función de la eficiencia de remoción de carga contaminante de las aguas a tratar, así como también del estado de las estructuras existentes.

3.3.2.1. Aforo de Caudales de Ingreso y Salida de la PTAR

El aforo de caudales tanto en la zona de ingreso como de salida de la planta de tratamiento se realizó de manera volumétrica durante un periodo de siete días cada media hora, desde las ocho de la mañana hasta las cinco de la tarde. En las siguientes tablas se presentan los registros de caudales de ingreso y salida de la planta de tratamiento Chambiato

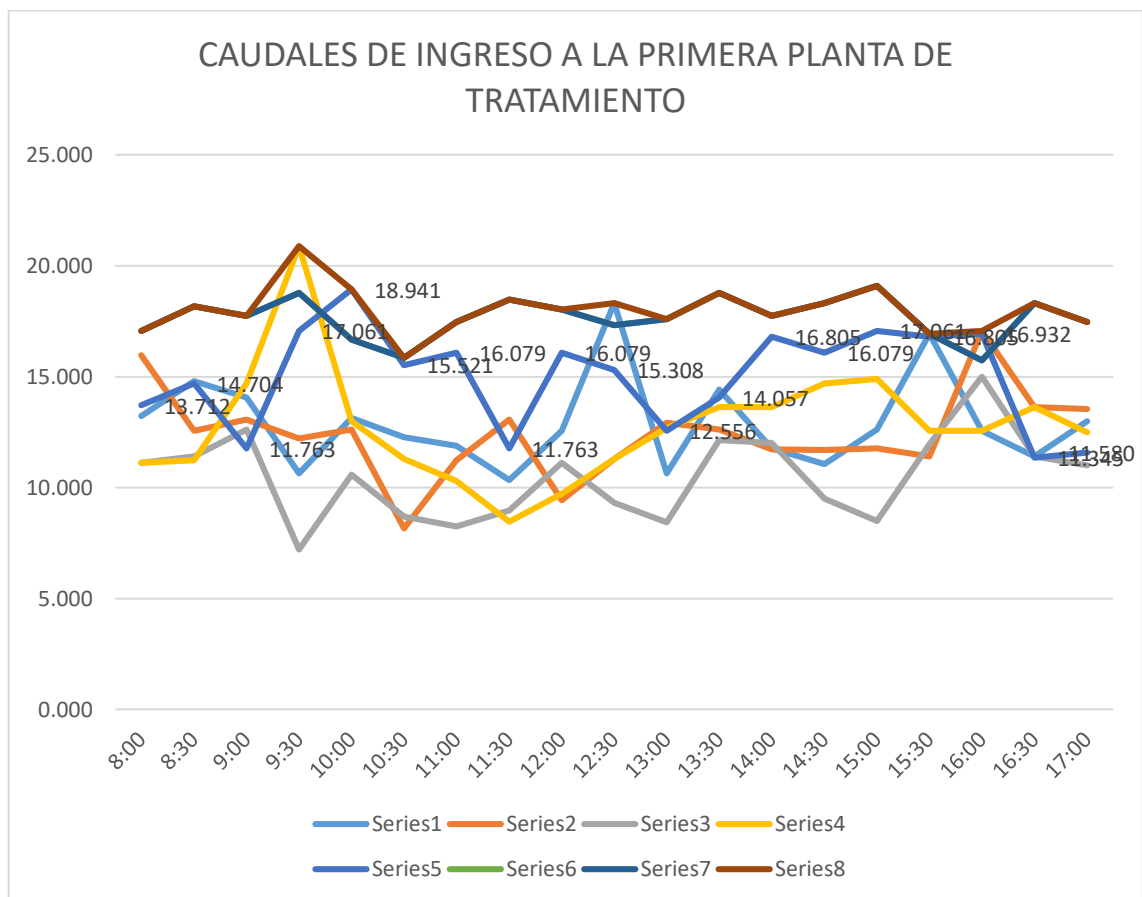
Tabla 43 Caudales de ingreso a la primera planta de tratamiento CHAMBIATO

Caudales de ingreso de la primera planta de tratamiento (chambiato)								
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Mayor
8:00	16.932	9.185	18.703	18.703	20.135	2.081	18.171	20.135
8:30	17.461	9.160	20.045	19.779	20.888	2.572	18.941	20.888
9:00	17.880	9.579	18.395	20.694	17.061	3.041	18.782	20.694
9:30	19.267	12.258	18.703	21.286	19.955	2.880	18.171	21.286
10:00	21.286	11.540	24.162	20.318	22.576	3.066	19.955	24.162

10:30	19.955	11.422	20.045	18.782	25.690	2.847	19.779	25.690
11:00	22.806	15.666	20.505	23.281	33.358	3.331	22.576	33.358
11:30	22.576	22.276	20.505	23.281	22.806	2.972	22.129	23.281
12:00	21.286	18.024	19.435	19.185	26.294	3.083	22.350	26.294
12:30	22.806	17.281	19.351	23.403	24.833	3.220	22.576	24.833
13:00	23.041	15.557	20.505	27.593	25.988	3.277	23.041	27.593
13:30	22.806	22.056	19.867	27.091	24.032	2.996	21.699	27.091
14:00	24.293	27.036	22.129	27.091	30.616	3.509	24.293	30.616
14:30	24.032	24.560	19.103	21.912	27.938	3.282	23.041	27.938
15:00	22.806	18.122	17.461	21.805	24.293	3.188	22.806	24.293
15:30	22.129	17.461	21.912	27.091	30.616	3.292	21.912	30.616
16:00	24.032	19.721	20.599	22.576	23.041	3.336	21.490	24.032
16:30	21.085	21.286	20.045	25.988	22.806	3.091	21.286	25.988
17:00	20.694	23.444	18.471	22.576	26.294	3.122	20.318	26.294
							MAYOR	33.358

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Imagen 34 Comportamiento de Caudales de Ingreso a la PTAR



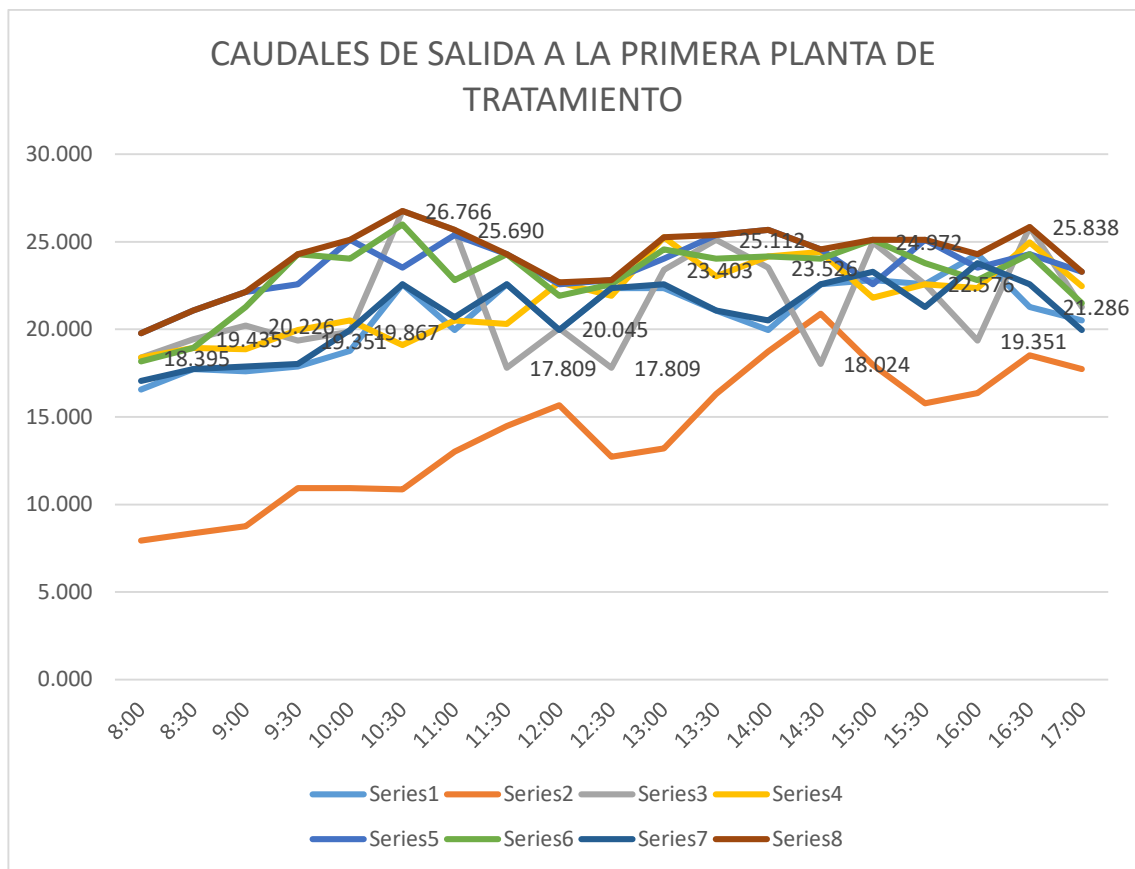
Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Tabla 44 Caudales de salida de la primera planta de tratamiento

CAUDALES DE SALIDA DE LA PRIMERA PLANTA DE TRATAMIENTO (CHAMBIATO)								
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Mayor
8:00	16.556	7.944	18.395	18.395	19.779	18.171	17.061	19.779
8:30	17.738	8.360	19.435	18.941	21.085	18.941	17.738	21.085
9:00	17.598	8.765	20.226	18.861	22.129	21.286	17.880	22.129
9:30	17.880	10.938	19.351	19.955	22.576	24.293	18.024	24.293
10:00	18.782	10.938	19.867	20.505	25.112	24.032	19.955	25.112
10:30	22.576	10.867	26.766	19.103	23.526	25.988	22.576	26.766
11:00	19.955	13.019	25.690	20.505	25.398	22.806	20.694	25.690
11:30	22.576	14.482	17.809	20.318	24.293	24.293	22.576	24.293
12:00	19.955	15.666	20.045	22.690	22.576	21.912	19.955	22.690
12:30	22.350	12.723	17.809	21.912	22.806	22.576	22.350	22.806
13:00	22.350	13.199	23.403	25.254	24.032	24.560	22.576	25.254
13:30	21.085	16.314	25.112	23.041	25.398	24.032	21.085	25.398
14:00	19.955	18.729	23.526	24.162	25.690	24.162	20.505	25.690
14:30	22.576	20.888	18.024	24.426	24.560	24.032	22.576	24.560
15:00	22.806	17.976	24.972	21.805	22.576	25.112	23.281	25.112
15:30	22.576	15.776	22.576	22.576	25.112	23.777	21.286	25.112
16:00	24.293	16.354	19.351	22.350	23.526	22.806	23.777	24.293
16:30	21.286	18.522	25.838	24.972	24.293	24.293	22.576	25.838
17:00	20.505	17.738	21.286	22.462	23.281	21.490	19.955	23.281
							MAYOR	26.766

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Imagen 35 Comportamiento de Caudales de Salida a la PTAR



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Durante el proceso de aforo se llegó a determinar los valores máximos tanto de entrada y de salida del agua residual y tratada respectivamente. La medición máxima de caudal de ingreso se presentó el viernes 21 de mayo del 2021 a las 11h00 am con un valor de 33.36 l/s, y el de salida el miércoles 19 de mayo del 2021 a las 10h30 am con un valor de 26.77 l/s. Estos valores son utilizados como valores referenciales para realizar la toma de las muestras del agua para los análisis de las características fisicoquímicas.

3.3.2.2. Eficiencia de Remoción

La eficiencia de remoción de contaminantes se estima de acuerdo con los resultados de análisis de muestras de agua residual tomadas en el influente y efluente de las unidades de la PTAR.

Las muestras se recogieron en envases apropiados, previamente homogenizados con el agua a ser recolectada, con el fin de garantizar la mínima perturbación de las condiciones naturales de las muestras tomadas. Las muestras fueron transportadas en un cooler,

garantizando la preservación de las muestras a 4°C con el fin de que las características fisicoquímicas de las muestras no varíen.

Los parámetros físico – químicos y microbiológicos a determinar en las muestras fueron:

- pH
- Temperatura
- Oxígeno Disuelto
- DQO (demanda química de oxígeno)
- DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno)
- Turbidez
- Coliformes Fecales
- Coliformes Totales
- Solidos Totales

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los parámetros mencionados del influente y efluente de la planta de tratamiento, análisis que se llevaron a cabo en el Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA”:

3.3.2.3. Resultados del análisis físico-químico del afluente a la primera planta de tratamiento caserío Chambiato.

El análisis físico-químico del caudal de entrada de la primera PTAR ubicada en el caserío Chambiato, se llevó a cabo en el laboratorio de Investigación y análisis Ambiental “LIAA-GADMA” el mismo que se detalla a continuación:

Tabla 45 Resultados del análisis físico-químico del caudal de entrada y salida de la planta de tratamiento CHAMBIATO

Parámetros	Unidad	Entrada	Salida	Límites de descarga	Cumple
PH	Uph	8.0	8.4	5-9	No cumple
Temperatura	°C	15	14	< 35	Cumple

Oxígeno disuelto	Mg/l	3.0	3.0	-	-
DQO	Mg/l	466	689	200 mg/l	No cumple
DBO5	Mg/l	233.0	344.5	100 mg/l	No cumple
Turbidez	NTU	206	229	-	-
Coliformes Fecales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	Remoción > al 99.9%	-
Coliformes Totales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	-	-
Sólidos Totales	Mg/l	1090	909.3	1600 mg/l	Si Cumple

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina (Anexo Los informes del laboratorio)

Los resultados presentados caracterizan a un agua residual de concentración media con una cantidad relativamente baja de sólidos suspendidos. Es evidente que las aguas residuales que ingresan a la planta cumplen a cabalidad con las características de una muestra de agua residual doméstica.

Comparando los resultados presentados con los Límites Máximos Permisibles para descarga al sistema de alcantarillado público dados en el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, se aprecia que el agua residual que ingresa a la PTAR de la localidad de Chambiato no cumple con la normativa nacional.

En el caso del efluente de la PTAR, se revisa que las concentraciones sean menores con los límites máximos permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce. Como se aprecia en la tabla anterior, las concentraciones del efluente de la PTAR no cumplen los Límites máximos permisibles establecidos en la normativa nacional a excepción de la de las mediciones de la temperatura y sólidos totales.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de las muestras de agua del influente y efluente de la planta de tratamiento, cuyo resumen se presenta en la tabla, se establecen los porcentajes de remoción de contaminantes dentro del tratamiento.

Tabla 46 Resultados del análisis físico-químico del caudal de entrada y salida de la segunda planta de tratamiento

Parámetros	Unidad	Entrada	Salida	Límites de descarga	Cumple
PH	Uph	8.0	7.8	5-9	Si cumple
Temperatura	°C	20	18	< 35	Si cumple
Oxígeno disuelto	Mg/l	0.4	4.7	-	-
DQO	Mg/l	506	89	200 mg/l	Si cumple
DBO5	Mg/l	253	445	100 mg/l	No cumple
Turbidez	NTU	395	19.1	-	-
Coliformes Fecales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	Remoción > al 99.9%	-
Coliformes Totales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	-	-
Solidos Totales	Mg/l	870.7	437.3	1600 mg/l	Si cumple

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina (Anexo Los informes del laboratorio)

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chambiato no cuenta con una unidad de desinfección, por lo que la remoción de bacterias coliformes es despreciable.

Con base en los resultados de calidad del agua efluente de la planta de tratamiento, el cual no cumple con los límites máximos permisibles de descarga a cuerpos de agua dulce dados

en la normativa local, la PTAR no está trabajando adecuadamente y por tanto su intervención debe ser inmediata.

3.3.2.4. Diagnóstico de las Estructuras

Respecto al estado de las estructuras de la PTAR, la evaluación se realiza en función de lo observado en las visitas de campo y se lo reporta a continuación, organizado según el tren de tratamiento descrito en numerales anteriores.

La caja de ingreso del agua residual a la PTAR no tiene fracturas evidentes ni filtraciones, sin embargo, se observa claramente un grave proceso de deterioro. Los bordes laterales de hormigón se encuentran asentados superficialmente sobre el suelo sin ningún tipo de anclaje. Las tapas de hormigón no cuentan con las agarraderas lo que dificulta el acceso al interior del tanque para su limpieza.

Imagen 36 Caja de Revisión – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

El interior de la caja de revisión se encuentra colmatado de residuos de las aguas servidas y material sólido. Adicionalmente, por las condiciones de los bordes del tanque descritas anteriormente tenemos el ingreso de las raíces de la vegetación aledaña.

Imagen 37 Caja de Revisión – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguíña Medina

El dado de protección de la tubería de ingreso se encuentra deteriorado y el codo previo al reactor tiene fisuras en su unión con la tubería, en donde se tiene filtraciones de las aguas residuales situación inaceptable en esta etapa del tratamiento.

Imagen 38 Tubería Ingreso Reactor – PTAR Chambiato Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



(a)



(b)

Elaborado por: María Estefanía Aguaguíña Medina

El reactor biológico aparentemente tiene un mantenimiento y operación adecuada. Pero ante el deficiente funcionamiento de la unidad anterior, el reactor biológico contiene material grueso flotante y natas.

Las chimeneas de quema de los gases generados durante el tratamiento anaerobio no se encuentran operando y sufren también daños importantes, como un deterioro evidente en su estructura debido a la oxidación del material utilizado para su construcción, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen 39 Chimeneas del Tanque IMHOFF – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chambiato



Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Una planta de tratamiento de agua residual convencional, posterior a la unidad de tratamiento biológico, tiene un sedimentador secundario para separar principalmente biosólidos del agua tratada, sin embargo, en la configuración de la PTAR de Chambiato, se tiene a continuación del reactor biológico dos filtros ascendentes para el afinado de la calidad del agua residual. El filtro anaerobio de flujo ascendente emana fuertemente olores desagradables, y se puede decir que su lecho no es el adecuado para realizar un aporte al tratamiento del agua residual debido a la presencia de sólidos provenientes de las unidades anteriores de tratamiento.

En los dos filtros biológicos, la recolección del agua residual se realiza lateralmente, sin existir una recolección uniforme en toda la unidad, lo que altera las líneas de flujo y por lo tanto una correcta utilización del área superficial de la estructura.

La línea de tratamiento de lodos residuales generados en la PTAR, como se describió en numerales anteriores, consiste en una unidad de secado, en el cual en diferentes visitas realizadas por el equipo consultor se ha encontrado restos lodos frescos y acumulación de residuos, esto lleva a pensar que no existe un manejo adecuado de dicho material o ha existido algún tipo de mantenimiento durante los meses de la presente investigación.

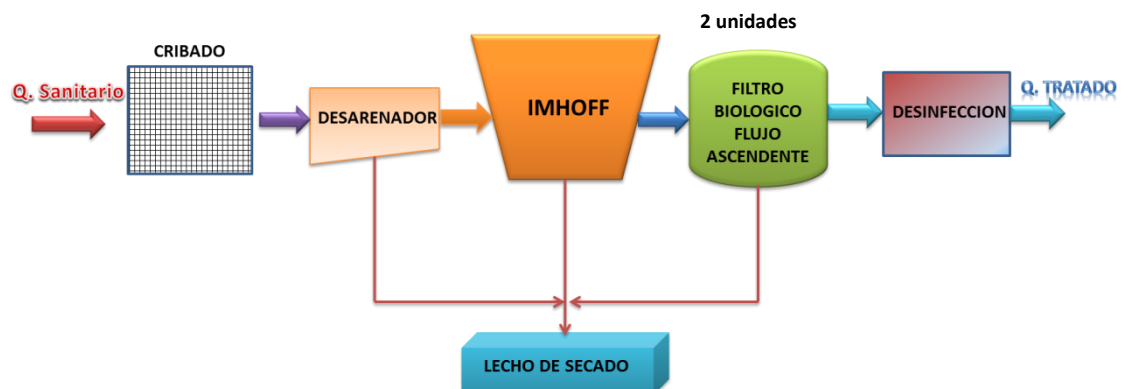
Como evaluación global de las instalaciones, la planta de tratamiento de aguas residuales de Chambiato, no cuentan con un laboratorio, ni un operador a cargo tiempo completo, ni mantenimiento continuo. Adicionalmente, en las instalaciones se puede encontrar material de construcción como tuberías y accesorios que han sido abandonados en el área y el funcionamiento es regular.

3.3.3. Evaluación de los componentes de la Planta de Tratamiento Chambiato

3.3.3.1. Porcentaje de Remoción de Contaminantes – Componente PTAR

La evaluación de los diferentes componentes de la planta se la realiza en función de los porcentajes de remoción de sólidos en suspensión total y DBO. El tren de tratamiento recomendado a implementarse en base a los componentes existente en la PTAR se muestra esquemáticamente en la siguiente figura:

Imagen 40 Esquema del Tren de Tratamiento – Chambiato



Los porcentajes de remoción adoptados para cada una de los componentes se presentan en la tabla A4, valores recomendados en la literatura de Diseño de PTAR (Metcalf and Eddy,1985):

Tabla 47 Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR

Componente	% Remoción	
	SST	DBO
Rejillas	D	D
Desarenador	10	3
IMHOFF	65	80
Filtro Biológico	50	35

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Si la planta de tratamiento tuviera los debidos procesos de mantenimiento y operación, estuviera funcionando a su con máxima eficiencia. Asumiendo esta hipótesis, en la tabla anterior se presenta el porcentaje de remoción en cada uno de los componentes del tren de tratamiento, la cantidad de contaminante removido y la eficiencia de todo el sistema.

Tabla 48 Porcentajes de remoción teórica de las unidades – PTAR- Chambiato

Influente		Rejillas		Desarena dor		IMHOFF		Filtro Biológico 1		Filtro Biológico 2		Eficien cia PTAR
		% R	E	% R	E	% R	E	% R	E	% R	E	
SS	10	D	95	10	85,5	65	29,	50	14,96	50	7,48	92%
T	90				0		93					
DB	23	0	23	0	233	80	46.	35	30.29	35	19.6885	92%
O	3		3				6					

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Comparando los valores residuales de los contaminantes expuestos en la tabla anterior con los límites máximos permitidos para descargas en un cuerpo de agua dulce se encuentra que estos están muy por debajo, con lo que se puede concluir que la PTAR existente tiene el potencial para un tratamiento efectivo de las aguas residuales del sector, lo que se debe realizar es una intervención en el proceso de operación y mantenimiento respetando los parámetros de diseño y tiempos de retención de cada una de las unidades.

3.3.3.2. Afectación a Poblaciones Aledañas

La PTAR de Chambiato se encuentra localizada a aproximadamente 300 m de la zona poblada de Chambiato, lo que implica una gran responsabilidad por parte de las autoridades competentes en garantizar un adecuado mantenimiento de la planta de tratamiento y minimizar el impacto a la población más cercana.

Brinda un servicio de tratamiento de las aguas residuales generadas por la población, lo que es un aspecto positivo para la protección y el desarrollo de la zona. Sin embargo, dado el actual estado de la planta de tratamiento, se identifica la generación de olores y un manejo no adecuado de los residuos sólidos y biosólidos de la planta, que incurre en malestar en los habitantes y un foco de infección en la zona.

Se minimizan estos impactos negativos a través de la siembra de vegetación de tallo alto propia de la zona, alrededor de la PTAR y un programa de manejo y disposición de residuos adecuado.

La planta debe contar con un mantenimiento continuo y el personal debe recibir capacitación en cuanto a la operación de las unidades de tratamiento y gestión de residuos sólidos generados en la PTAR.

3.3.4. Planta de tratamiento La Rabija.

3.3.4.1. Ubicación

El sector de La Rabija, de la parroquia García Moreno, posee un sistema de alcantarillado que recoge los caudales sanitarios domésticos y agrícolas de los caseríos de Sigaló, La Rabija y García Moreno y los conduce hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el caserío La Rabija, planta a ser evaluada para su final devolución al medio ambiente.

Las actividades principales de la localidad incluyen la agricultura y ganadería, cuyas aguas residuales son descargadas al sistema de alcantarillado existente por lo cual es necesario hacer un estudio de las características fisicoquímicas de la calidad de agua y los procesos unitarios del tren de tratamiento.

Para la presente evaluación se realizaron varias visitas de campo con el fin de establecer las características principales de funcionamiento de la PTAR, tanto en días laborables

como durante el periodo de fin de semana. La planta de tratamiento se encuentra ubicada en:

- Norte: 9856032.37 m S
- Este: 774962.85 m E

Imagen 41 Planta de tratamiento La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

3.3.4.2. Operación y mantenimiento actual de la planta de tratamiento

La planta depuradora de La Rabija cuenta con personal a tiempo completo para su mantenimiento y operación. La operación básica consiste en la descarga de lodos de los reactores aerobios, hacia el lecho de secado y el vaciado de los sedimentadores periódicamente.

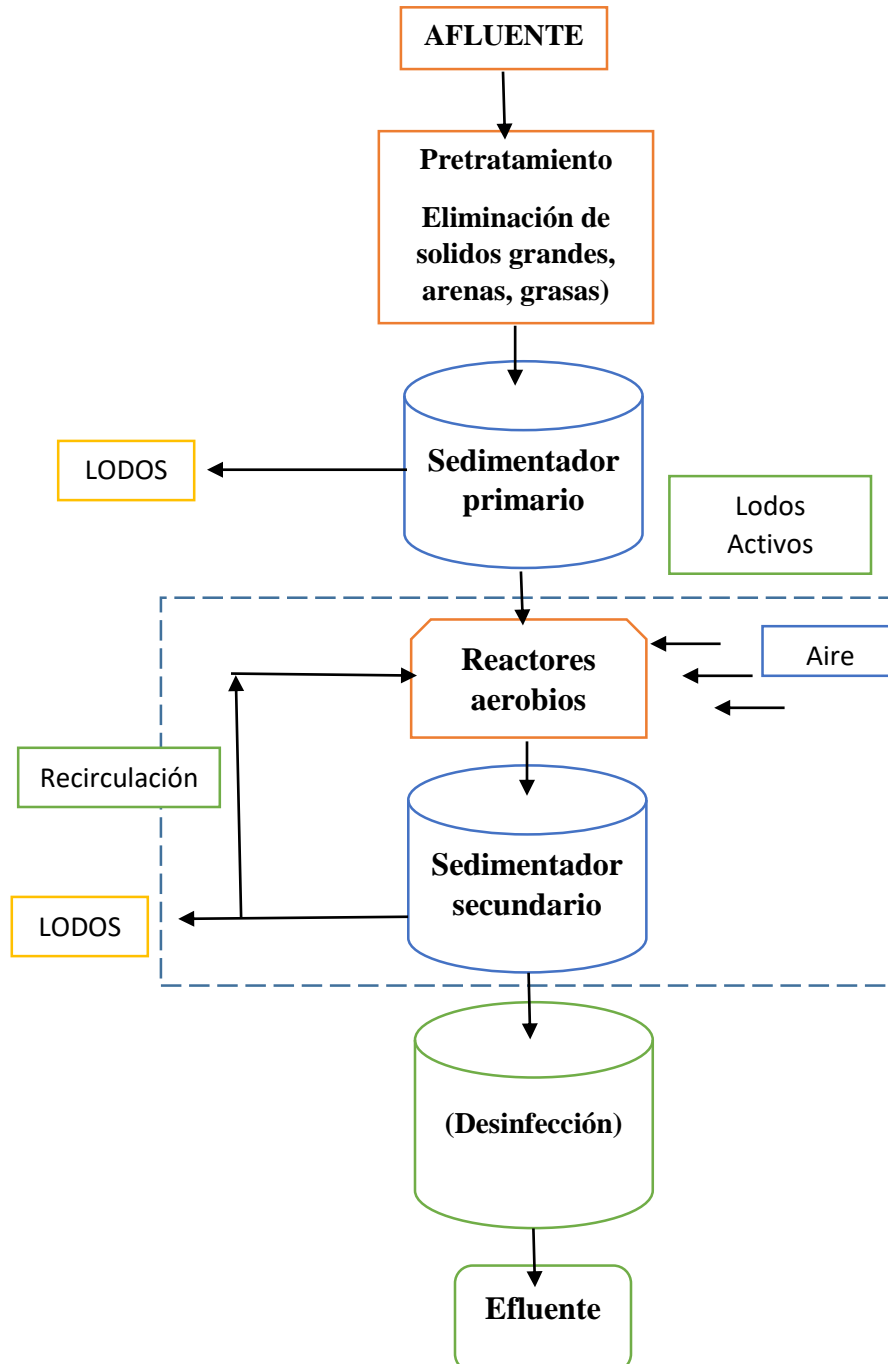
La PTAR no cuenta con un laboratorio en sus instalaciones, ni talleres en donde se brinde mantenimiento a sus estructuras. Al ser una planta de aguas residuales tipo paquete para cualquier daño o reparación se debe contactar con el proveedor de este equipamiento para su mantenimiento técnico.

3.3.4.3. Descripción de las Características Generales y Físicas

La PTAR de La Rabija está localizada en: (N9856032.37, E774962.85) y ocupa un área de 850 m² y fue construido recientemente en el año 2018. Limita con parcelas utilizados para cultivos y ganadería.

Es una Planta de Tratamiento tipo paquete que consta de cinco etapas de tratamiento. El proceso inicia con un pretratamiento para eliminación de los sólidos más gruesos (gravas y arenas) y sirve también de trampa de grasas, a continuación tiene un sedimentador primario para remover los sólidos suspendidos más finos que pueden llegar a ocasionar problemas en las posteriores unidades; posteriormente existe un grupo de reactores aerobios destinados para la remoción de los contaminantes por medio de la acción de bacterias aerobias que se alimentan de los compuestos orgánicos e inorgánicos, generando una biomasa que clarifica el agua para posteriormente enviarla a un sedimentador secundario que elimina el resto de sedimentos que pudieron haber pasado desde los reactores aerobios para finalmente pasar a la zona de desinfección previa a su descarga en el cuerpo receptor. La particularidad de esta planta es que posee un sistema de recirculación de lodos que va desde el sedimentador secundario hacia los reactores biológicos, característica que sirve para no perder la biomasa que pasa a esta cuarta etapa y se la vuelve a reutilizar para procesos de remoción de contaminantes reduciendo los tiempos de establecimiento de la biomasa e incrementando la eficiencia de remoción. Adicionalmente, tiene un lecho de secado de lodos. El proceso de tratamiento de las aguas residuales ha sido esquematizado en la siguiente figura.

3.3.4.4. Diagrama de flujo de la segunda planta de tratamiento de aguas residuales con un proceso biológico en donde se implementa el proceso de lodos activos.



A continuación, se hace una breve descripción de cada una de las estructuras existentes y en el estado que se encuentran actualmente:

✓ **Pretratamiento**

En este proceso se elimina todos los sólidos gruesos o visibles que el agua residual transporta, esto se lo realiza con el fin de evitar obstrucciones posteriormente en los siguientes tratamientos, la eliminación se lo realiza con la ayuda de cribas y trampas de grasa.

Imagen 42 *Pretratamiento - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija*



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

✓ **Sedimentador primario**

Se encarga de la remoción de los sólidos y materia orgánica suspendida presentes en el agua residual, aquí se reduce la turbidez y parte de la materia orgánica, se encuentra funcionando correctamente y el mantenimiento es de igual manera diario.

Imagen 43 *Sedimentador Primario– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija*



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

✓ Reactor Biológico

Las aguas residuales después de pasar por el sedimentador primario entran al reactor biológico en donde se encuentra un cultivo de microorganismos constituidos por bacterias en suspensión.

Imagen 44 Reactor Biológico– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

✓ Sedimentador secundario

Después de haber cumplido con el tiempo de retención del agua residual en el reactor, esta pasa al sedimentador secundario donde se va a separar el agua ya tratada, esta sale por una tubería por la parte superior del tanque y los microorganismos que se encontraban en el agua se separan en forma de floculós que a su vez estos forman una masa microbiana activa a la que llamamos lodo activado

Imagen 45 Sedimentador secundario– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

✓ **Tubería de Recirculación**

El sistema de tuberías y la bomba recirculan los sólidos biológicos del sedimentador secundario al reactor biológico, y a este proceso se lo conoce como recirculación de lodos activados.

Imagen 46 Tubería de Recirculación– Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

3.3.5. Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento

El funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual se evalúa en función de la eficiencia de remoción de carga contaminante de las aguas a tratar, así como también del estado de las estructuras existentes.

3.3.5.1. Aforo de Caudales de Ingreso y Salida de la PTAR

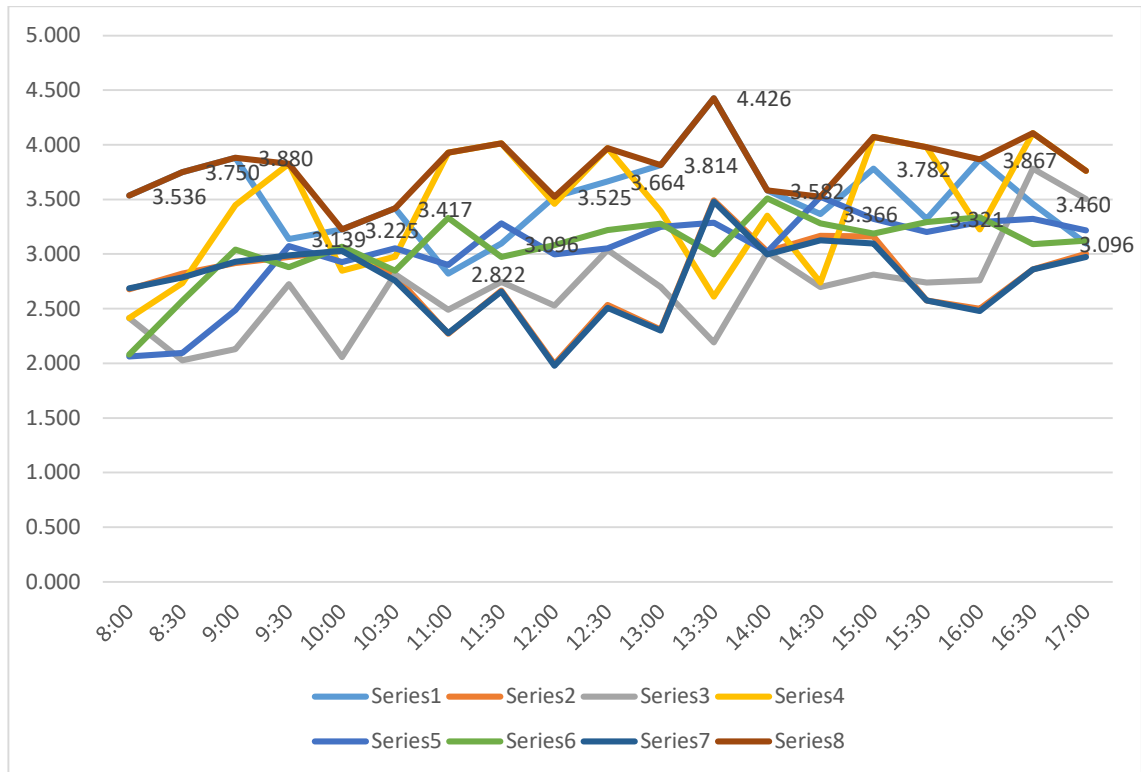
El aforo de caudales tanto en la zona de ingreso como de salida de la planta de tratamiento se realizó de manera volumétrica durante un periodo de siete días cada media hora, desde las ocho de la mañana hasta las cinco de la tarde. En las siguientes tablas se presentan los registros de caudales de ingreso y salida de la planta de tratamiento La Rabija

Tabla 49 Caudales de Ingreso a la Planta de Tratamiento La Rabija

Caudales de ingreso de la segunda planta de tratamiento (La Rabija)								
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Mayor
8:00	3.536	2.677	2.414	2.414	2.064	2.081	2.686	3.536
8:30	3.750	2.822	2.026	2.732	2.095	2.572	2.787	3.750
9:00	3.880	2.918	2.129	3.449	2.486	3.041	2.929	3.880
9:30	3.139	2.972	2.726	3.827	3.074	2.880	2.988	3.827
10:00	3.225	3.028	2.058	2.847	2.925	3.066	3.028	3.225
10:30	3.417	2.804	2.815	2.976	3.053	2.847	2.756	3.417
11:00	2.822	2.271	2.489	3.928	2.899	3.331	2.276	3.928
11:30	3.096	2.667	2.746	4.013	3.282	2.972	2.658	4.013
12:00	3.525	1.992	2.528	3.460	2.996	3.083	1.976	3.525
12:30	3.664	2.534	3.037	3.970	3.053	3.220	2.508	3.970
13:00	3.814	2.309	2.699	3.392	3.249	3.277	2.299	3.814
13:30	4.426	3.492	2.191	2.611	3.287	2.996	3.481	4.426
14:00	3.582	3.024	3.016	3.351	3.020	3.509	2.996	3.582
14:30	3.366	3.166	2.699	2.739	3.525	3.282	3.126	3.525
15:00	3.782	3.161	2.811	4.071	3.321	3.188	3.096	4.071
15:30	3.321	2.575	2.739	3.977	3.202	3.292	2.575	3.977
16:00	3.867	2.500	2.759	3.225	3.292	3.336	2.478	3.867
16:30	3.460	2.858	3.782	4.108	3.321	3.091	2.858	4.108
17:00	3.096	3.004	3.503	3.763	3.216	3.122	2.972	3.763
							MAYOR	4.426

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Imagen 47 Caudales de Ingreso a la Planta de Tratamiento La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina.

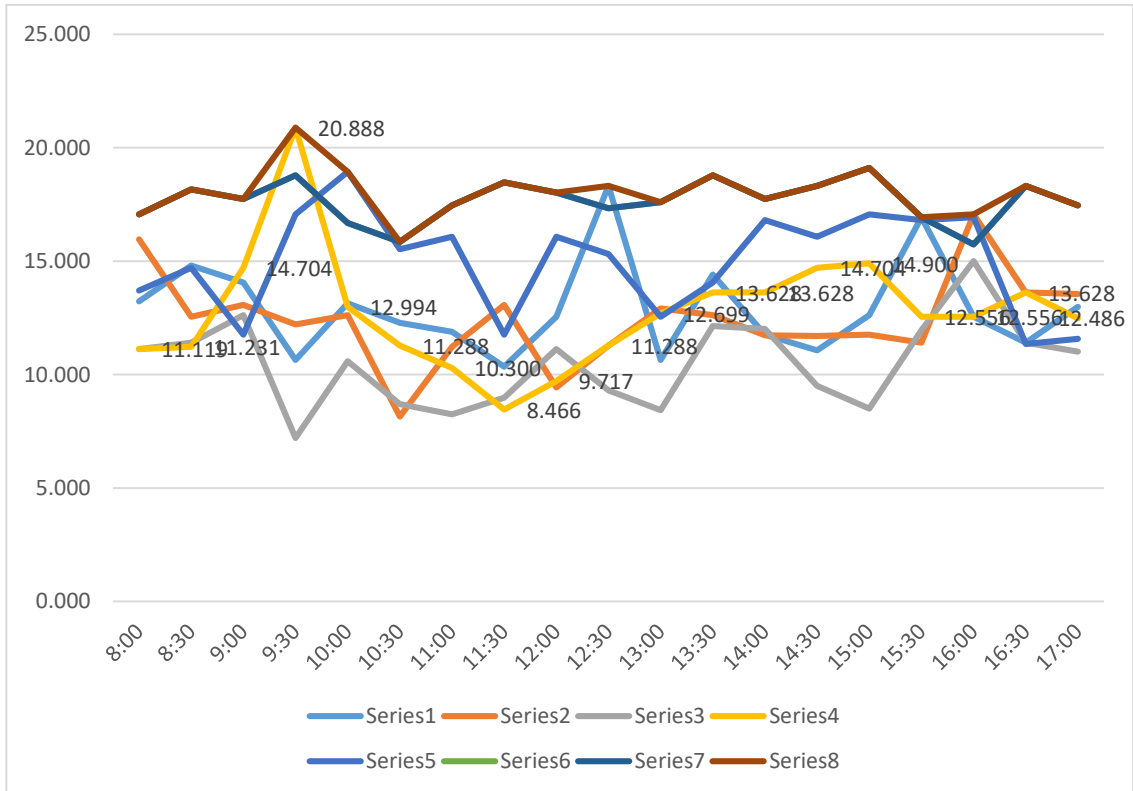
Tabla 50 Caudales de Salida de la Planta de Tratamiento La Rabija

Caudales de salida de la segunda planta de tratamiento (La Rabija)								
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Mayor
8:00	13.225	15.964	11.119	11.119	13.712	17.061	17.061	17.061
8:30	14.801	12.556	11.403	11.231	14.704	18.171	18.171	18.171
9:00	14.057	13.070	12.627	14.704	11.763	17.738	17.738	17.738
9:30	10.643	12.213	7.210	20.888	17.061	18.782	18.782	20.888
10:00	13.147	12.627	10.592	12.994	18.941	16.679	16.679	18.941
10:30	12.280	8.157	8.696	11.288	15.521	15.851	15.851	15.851
11:00	11.888	11.231	8.247	10.300	16.079	17.461	17.461	17.461
11:30	10.347	13.070	8.976	8.466	11.763	18.471	18.471	18.471
12:00	12.556	9.430	11.119	9.717	16.079	18.024	18.024	18.024
12:30	18.320	11.288	9.313	11.288	15.308	17.326	17.326	18.320
13:00	10.643	12.919	8.434	12.699	12.556	17.598	17.598	17.598
13:30	14.419	12.627	12.147	13.628	14.057	18.782	18.782	18.782
14:00	11.763	11.732	12.016	13.628	16.805	17.738	17.738	17.738
14:30	11.064	11.702	9.511	14.704	16.079	18.320	18.320	18.320
15:00	12.627	11.763	8.498	14.900	17.061	19.103	19.103	19.103

15:30	16.932	11.403	11.952	12.556	16.805	16.932	16.932	16.932
16:00	12.556	17.061	15.000	12.556	16.932	15.739	15.739	17.061
16:30	11.403	13.628	11.403	13.628	11.345	18.320	18.320	18.320
17:00	12.994	13.545	11.010	12.486	11.580	17.461	17.461	17.461
							MAYOR	20.888

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Imagen 48 Caudales de Salida de la Planta de Tratamiento La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

Durante el proceso de aforo se llegó a determinar los valores máximos tanto de entrada y de salida del agua residual y tratada respectivamente. La medición máxima de caudal de ingreso se presentó el lunes 17 de mayo del 2021 a las 13h30 con un valor de 4.43 l/s, y el de salida el jueves 20 de mayo del 2021 a las 9h30 am con un valor de 20.89 l/s. Estos valores son utilizados como valores referenciales para realizar la toma de las muestras del agua para los análisis de las características fisicoquímicas.

3.3.5.2. Eficiencia de Remoción

La eficiencia de remoción de contaminantes se estima de acuerdo con los resultados de análisis de muestras de agua residual tomadas en el influente y efluente de las unidades de la PTAR.

Las muestras se recogieron en envases apropiados, previamente homogenizados con el agua a ser recolectada, con el fin de garantizar la mínima perturbación de las condiciones naturales de las muestras tomadas. Las muestras fueron transportadas en un cooler, garantizando la preservación de las muestras a 4°C con el fin de que las características fisicoquímicas de las muestras no varíen.

Los parámetros físico – químicos y microbiológicos a determinar en las muestras fueron:

pH

Temperatura

Oxígeno Disuelto

DQO (demanda química de oxígeno)

DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno)

Turbidez

Coliformes Fecales

Coliformes Totales

Solidos Totales

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los parámetros mencionados del influente y efluente de la planta de tratamiento, análisis que se llevaron a cabo en el Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA”:

Tabla 51 Resultados del análisis físico-químico del caudal de entrada y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija

Parámetros	Unidad	Entrada	Salida	Límites de descarga	Cumple
PH	Uph	8.0	7.8	5-9	Si cumple
Temperatura	°C	20	18	< 35	Si cumple
Oxígeno disuelto	Mg/l	0.4	4.7	-	-
DQO	Mg/l	506	89	200 mg/l	Si cumple
DBO5	Mg/l	253	445	100 mg/l	No cumple
Turbidez	NTU	395	19.1	-	-
Coliformes Fecales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	Remoción > al 99.9%	-
Coliformes Totales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	-	-
Sólidos Totales	Mg/l	870.7	437.3	1600 mg/l	Si cumple

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina (Anexo Los informes del laboratorio)

Los resultados presentados caracterizan a un agua residual de concentración media con una cantidad relativamente baja de sólidos suspendidos. Es evidente que las aguas residuales que ingresan a la planta cumplen a cabalidad con las características de una muestra de agua residual doméstica.

Comparando los resultados presentados con los Límites Máximos Permisibles para descarga al sistema de alcantarillado público dados en el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, se aprecia que el agua residual que ingresa a la PTAR de la localidad de La Rabija no cumple con la normativa nacional.

En el caso del efluente de la PTAR, se revisa que las concentraciones sean menores con los límites máximos permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce. Como se aprecia en la tabla anterior, las concentraciones de la mayoría de parámetros del efluente de la PTAR cumplen los Límites máximos permisibles establecidos en la normativa nacional a

excepción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días habiendo un incremento en relación con el caudal de ingreso.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de las muestras de agua del influente y efluente de la planta de tratamiento, cuyo resumen se presenta en la tabla, se establecen los porcentajes de remoción de contaminantes dentro del tratamiento.

Tabla 52 Porcentajes de remoción de contaminantes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija

Parámetros	Unidad	Entrada	Salida	Límites de descarga	Remoción (%)	
PH	Uph	8	7.8	9-May	2.50%	Si cumple
Temperatura	°C	20	18	< 35	10.00%	Si cumple
Oxígeno disuelto	Mg/l	0.4	4.7	-	-	-
DQO	Mg/l	506	89	200 mg/l	82.41%	Si cumple
DBO5	Mg/l	253	445	100 mg/l	-75.89%	No cumple
Turbidez	NTU	395	19.1	-	95.16%	-
Coliformes Fecales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	Remoción > al 99.9%	-	-
Coliformes Totales	Ufc/100ml	Incontables	Incontables	-	-	-
Sólidos Totales	Mg/l	870.7	437.3	1600 mg/l	49.78%	Si cumple

Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina (Anexo Los informes del laboratorio)

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Rabija cuenta con una unidad de desinfección, por lo que la remoción de bacterias y coliformes fecales y totales es considerable.

Con base en los resultados de calidad del agua efluente de la planta de tratamiento, el cual cumple con los límites máximos permisibles de descarga a cuerpos de agua dulce dados en la normativa local, la PTAR está trabajando adecuadamente, únicamente se debe hacer una revisión del incremento del DBO5 en la salida para que cumpla adecuadamente con su función.

3.3.5.3. Diagnóstico de las Estructuras

Respecto al estado de las estructuras de la PTAR, la evaluación se realiza en función de lo observado en las visitas de campo y se lo reporta a continuación, organizado según el tren de tratamiento descrito en numerales anteriores.

La caja de ingreso del agua residual a la PTAR no tiene fracturas evidentes ni filtraciones por ser esta una estructura relativamente nueva. La implantación de las unidades de tratamiento y obras adicionales e encuentran ancladas y cimentadas correctamente al suelo y no presentan algún tipo de desgaste evidente de los materiales expuestos. Las tapas de hormigón cuentan con las agarraderas lo que facilita el acceso al interior del tanque para su limpieza.

Imagen 49 Caja de Revisión – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Rabija



Elaborado por: María Estefanía Aguaguña Medina

El interior de la caja de revisión se encuentra colmatado de residuos de las aguas servidas y material sólido. Adicionalmente, por las condiciones de los bordes del tanque descritas anteriormente tenemos el ingreso de las raíces de la vegetación aledaña.

Una planta de tratamiento de agua residual convencional, posterior a la unidad de tratamiento biológico, tiene un sedimentador secundario para separar principalmente biosólidos del agua tratada, sin embargo, en la configuración de la PTAR de La Rabija, por lo cual se tiene la gran eficiencia en la remoción de contaminante en esta planta en particular. Se debe tomar en consideración el incremento de la demanda bioquímica de oxígeno en el efluente de salida lo que puede significar que el sedimentador secundario no esté realizando el trabajo de recirculación de lodos y este esté colmatado produciendo la salida del lodo activo con gran carga orgánica.

La línea de tratamiento de lodos residuales generados en la PTAR, como se describió en numerales anteriores, consiste en una unidad de secado, en el cual en diferentes visitas realizadas por el equipo investigador no se ha encontrado restos lodos frescos y acumulación de residuos, esto lleva a pensar que existe un manejo adecuado de dicho material o ha existido algún tipo de mantenimiento durante los meses de la presente investigación.

Como evaluación global de las instalaciones, la planta de tratamiento de aguas residuales de La Rabija, no cuentan con un laboratorio de análisis de agua in – situ, pero posee personal capacitado para la operación de la planta tiempo completo y mantenimiento continuo.

3.3.6. Evaluación de los Componentes de la PTAR

3.3.6.1. Porcentaje de la Remoción de Contaminantes – Componente PTAR

La evaluación de los diferentes componentes de la planta se la realiza en función de los porcentajes de remoción de sólidos en suspensión total y DBO en función del tren de tratamiento expuesto anteriormente.

Los porcentajes de remoción adoptados para cada uno de los componentes se presentan en la tabla A4, valores recomendados en la literatura de Diseño de PTAR (Metcalf and Eddy,1985):

Tabla 53 Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR

Componente	% Remoción	
	SST	DBO
Rejillas	D	D
Desarenador	10	3
IMHOFF	65	80
Filtro Biológico	50	35
D: despreciable		

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Si la planta de tratamiento tuviera los debidos procesos de mantenimiento y operación, estuviera funcionando a su con máxima eficiencia. Asumiendo esta hipótesis, en la tabla anterior se presenta el porcentaje de remoción en cada uno de los componentes del tren de tratamiento, la cantidad de contaminante removido y la eficiencia de todo el sistema.

Tabla 54 Porcentajes de remoción teórica de las unidades – PTAR- La Rabija

Influente		Rejillas		Sedimentad or Primario		IMHOFF		Sedimentador Secundario		Filtro Biológico 2		Eficienci a PTAR
		% R	E	%R	E	% R	E	%R	E	% R	E	
SST	870.7	D	95	40	57	65	19.95	40	11.97	50	5.985	99%
DBO	253	0	253	40	151.8	80	30.36	40	18.216	35	11.8404	95%
D: Despreciable												

Elaborado por: María Estefanía Aguaguiña Medina

Comparando los valores residuales de los contaminantes expuestos en la tabla anterior con los límites máximos permitidos para descargas en un cuerpo de agua dulce se encuentra que estos están muy por debajo, con lo que se puede concluir que la PTAR existente tiene el potencial para un tratamiento efectivo de las aguas residuales del sector, como se ha mostrado en los resultados de los análisis de laboratorio, por lo que no se debe realizar una intervención en el proceso de operación y mantenimiento ya que se está respetando los parámetros de diseño y tiempos de retención de cada una de las unidades, únicamente

se recomienda la verificación del tiempo de retención y recirculación de los lodos el segundo sedimentador.

3.3.6.2. Afectación a Poblaciones Aledañas

La PTAR de La Rabija se encuentra localizada a aproximadamente 500 m de la zona poblada de La Rabija, lo que implica una gran responsabilidad por parte de las autoridades competentes en garantizar un adecuado mantenimiento de la planta de tratamiento y minimizar el impacto a la población más cercana.

Brinda un servicio de tratamiento de las aguas residuales generadas por la población, lo que es un aspecto positivo para la protección y el desarrollo de la zona. Las observaciones en varias visitas se ha identificado que el actual estado de la planta de tratamiento es adecuado y no existe mayor generación de olores y un manejo adecuado de los residuos sólidos y biosólidos de la planta. Existen pocos problemas ambientales causados por esta planta por lo que una sugerencia para minimizar estos impactos negativos a través de la siembra de vegetación de tallo alto propia de la zona, alrededor de la PTAR y un programa de manejo y disposición de residuos adecuado.

3.4 FASE IV

3.4.1 PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CASERIOS CHUMAQUI, SIGUALO, PAMATUG Y CHAMBIATO DE LA PARROQUIA GARCIA MORENO, CANTON PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CANTÓN: PELILEO
PROVINCIA: TUNGURAHUA
FECHA: 27/10/2021

PROYECTO CHUMAQUI-SIGUALO-CHAMBIATO-PAMATUG, PARROQUIA GARCIA MORENO-CANTON PELILEO

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
	ALCANTARILLADO SANITARIO A GRAVEDAD				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE ZANJA	M	2,557.74	1.32	3,376.22
2	DESALOJO DE CARPETA ASFALTICA	M2	72.95	2.71	197.71
3	EXCAVACION ZANJA A MÁQUINA 0.8>H<=2M	M3	778.20	3.26	2,536.95
4	EXCAVACION ZANJA A MÁQUINA 2.01>H<=4M	M3	2,642.08	3.26	8,613.17
5	EXCAVACION ZANJA A MÁQUINA 4.01>H<=6M	M3	1,137.96	3.26	3,709.75
6	RASANTEO DE ZANJA A MANO	M2	1,534.64	1.37	2,102.46
7	ENTIBADO DE ZANJA VARIOS USOS 0.8>H<=2M	M2	1,297.01	14.10	18,287.81
8	ENTIBADO DE ZANJA VARIOS USOS 2.01>H<=4M	M2	4,403.46	14.10	62,088.79
9	ENTIBADO DE ZANJA VARIOS USOS 4.01>H<=6M	M2	1,839.70	14.10	25,939.80
10	ENCAMADO CON ARENA H=10 CM	M3	153.46	15.32	2,351.07
11	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACION 0.8>H<=2M	M3	778.20	6.12	4,762.61
12	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACION 2.01>H<=4M	M3	2,642.08	6.12	16,169.51
13	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACION 4.01>H<=6M	M3	1,137.96	6.12	6,964.32
14	SUM.INST.TUBERIA PVC ALCANT. DN=250MM (MAT/TRANS/INST)	M	2,034.35	23.57	47,949.63
15	SUM.INST.TUBERIA PVC ALCANT. DN=400MM (MAT/TRANS/INST)	M	523.39	31.28	16,371.64
16	POZO DE REVISION 0.8<H<=2M, F'C=210KG/CM2TAPA HF	U	30.00	782.32	23,469.60
17	POZO DE REVISION 2.01<H<=4M, F'C=210KG/CM2TAPA HF	U	29.00	782.32	22,687.28
18	POZO DE REVISION 4.01<H<=6M, F'C=210KG/CM2TAPA HF	U	9.00	782.32	7,040.88
19	ACOMETIDA DOMICILIARIA SANITARIA PVC 160 MM	U	270.00	97.09	26,214.30
20	ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACION	M2	72.95	1.40	102.14
21	CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA DE 5 CM. DE ESPESOR	M2	72.95	10.52	767.48
				SUBTOTAL:	301,703.10
				IVA 12%:	36,204.37
				TOTAL:	337,907.47

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Se dispuso de una plataforma georreferenciada de la orografía de los caseríos Chumaqui, Sigualo, Chambiato y Pamatug de la Parroquia García Moreno del cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua mediante el levantamiento topográfico utilizando equipo de topografía de precisión (Estación total) para la obtención de coordenadas y cotas necesarias para el proyecto, se tomó como referencia el ancho de vías e irregularidades del terreno para luego implantar esos datos en el programa.
- ✓ Se obtuvo información necesaria para la estructura de los parámetros de diseño del proyecto de alcantarillado sanitario de los caseríos Chumaqui, Sigualo, Chambiato y Pamatug de la parroquia García Moreno del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua, con la colaboración de las autoridades del GAD parroquial de García Moreno mediante la asistencia y análisis del sitio de estudio y con la búsqueda de bibliografía que nos permita obtener la información necesaria para la estructura de nuestro sistema de alcantarillado.
- ✓ Se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario de los caseríos Chumaqui, Sigualo, Chambiato y Pamatug de acuerdo a las normas nacionales e internacionales, para una población futura aproximada de 119 para Chumaqui, 306 para Sigualo, 211 para Chambiato y 444 para Pamatug, procediéndose a calcular el caudal de diseño de los caseríos Sigualo y Chumaqui por calles, obteniéndose para la calle 1 (Chumaqui) el caudal de diseño de 0.92 lt/sg con un caudal instantáneo 0.66 lt/sg, conexiones erradas 0.07 lt/sg y de infiltración 0.20 lt/sg caudales que son desembocados en un pozo existente de profundidad de 1.80 m. Para la calle 2 (Chumaqui) el caudal de diseño es 0.74 lt/sg con un caudal instantáneo 0.54 lt/sg, conexiones erradas 0.05 lt/sg y de infiltración 0.15 lt/sg caudales que son desembocados en un pozo existente de profundidad de 1.80 m. Para las calles 3 y 4 (Chumaqui) el caudal de diseño es de 1.48 lt/sg con un caudal instantáneo de 0.78 lt/sg, conexiones erradas de 0.08 lt/sg y de infiltración de 0.61 lt/sg caudales

que son desembocados en un pozo existente de profundidad de 2.25 m. Para la continuación de la calle 3 (Sigualo) el caudal de diseño es de 0.19 lt/sg con un caudal instantáneo de 0.09 lt/sg, conexiones erradas de 0.01 lt/sg y de infiltración de 0.09 lt /sg caudales que son desembocados en un pozo existente de profundidad de 2.35 m.

- ✓ Después de varias visitas a la PTAR y revisando los análisis de calidad de agua tanto del influente como del efluente, se pudo determinar que a pesar de que los filtros biológicos se encuentran vacíos y no existiendo flujo de aguas tratadas al lecho de secados, en este se tenía el escurrimiento de un pequeño caudal. Se puede concluir que existe fugas o filtraciones en el sistema de tuberías y/o accesorios desde el reactor al lecho de secado. Estas filtraciones afectan a los resultados finales a las aguas tratadas, debido a que existe una mezcla de agua limpia con aguas residuales sin tratamiento.
- ✓ El porcentaje de remoción de materia oxidable, representada por la DQO, es del 0%. Debido al tratamiento no adecuado de los caudales tratados. Por tal razón, el efluente generado no cumple con los límites máximos permisibles que indica la normativa nacional para su descarga a un cuerpo de agua dulce, superando este valor en el alrededor del 300% de lo requerido para descargas a cuerpos de agua dulce.
- ✓ Se observa una pequeña remoción de sólidos suspendidos (16%). Sin embargo, la muestra cumple con el límite máximo permisible especificado. Sin embargo, este porcentaje de remoción es extremadamente bajo, teniendo en consideración que uno de los tratamientos de afino de la PTAR es una unidad de filtración.
- ✓ Los valores de coliformes fecales medidos indican que no existe remoción alguna de patógenos dentro del sistema de tratamiento.
- ✓ La no variación en los valores de contaminantes en el muestro del influente y efluente, se presume que es por la fuga de un caudal no tratado, proveniente del

reactor anaerobio por medio del desagüe de fondo el cual se une a la tubería del agua clarificada que pasa a los filtros biológicos y lecho de secados.

Del estado de las estructuras:

- ✓ La planta de tratamiento no cuenta con operación y mantenimiento programado.
- ✓ Las estructuras de hormigón se encuentran relativamente en un estado regular. Sin embargo, no se observa filtraciones, ni fractura de ninguna estructura que almacena el agua residual durante su tratamiento.
- ✓ Los componentes de conducción, tuberías y respectivos accesorios se encuentran deteriorados en un 60%, por lo que se debe intervenir en su mantenimiento y protección de las condiciones ambientales variables del sector.
- ✓ Las estructuras metálicas como tapas, rejillas y cribas están deterioradas en un 90%, por lo que se debe intervenir inmediatamente en su arreglo.
- ✓ Las tapas de las cajas de válvulas y revisión no se encuentran en condiciones aceptables para su operación, tanto las de hormigón como las de manera.
- ✓ No existe un sistema hidrosanitario que permita la operación fácil y adecuada de la PTAR.
- ✓ No existe lugares de toma de muestra específicos para el monitoreo continuo de la PTAR.

De la evaluación de los Componentes de la PTAR Chambiato:

- ✓ El tren de tratamiento implementado en la PTAR teóricamente tiene una eficiencia global de 92% en la remoción de SST y DQO, garantizando que la calidad de agua tratada cumpla con holgura con los límites máximos permitidos para la descarga en un cuerpo de agua dulce.

RECOMENDACIONES

- ✓ Para la implantación del sistema de alcantarillado se recomienda una visita previa a la zona para delimitar el área de estudio e identificar de manera presencial el relieve y orografía con la implementación de un estudio de suelos del sitio para dar inicio al proceso constructivo.
- ✓ Se recomienda ubicar un sitio adecuado para la instalación del equipo de topografía de precisión (Estación Total), puesto a que maneja señales a grandes distancias puede convellar un error mayor a los previsto.
- ✓ Se recomienda cumplir con los parámetros de diseño al momento de su ejecución ya que está estrictamente calculado y trazado para que el sistema sea eficiente, de no respetar los parámetros de diseño su efectividad disminuirá e incluso puede ocasionar problemas a corto plazo.
- ✓ Aplicar los Límites Máximos Permisibles dados en el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente para descargas a sistemas de alcantarillado, a las industrias que operan en la zona.
- ✓ Seguir las recomendaciones expuestas en el Manual de Operación, Mantenimiento y Conservación para PTAR adjuntas en el presente trabajo de consultoría.
- ✓ Implementar mejoras en la unidad de cribado (rejilla) y un tanque sedimentador al ingreso de la PTAR, para evitar la acumulación de material grueso y/o solidos que puedan afectar el buen funcionamiento de las unidades biológicas.
- ✓ Revisar los criterios de diseño de la rejilla de la unidad de cribado, en función del material característico que llega a la planta y que debe ser retenido, puesto que como se muestra en las fotografías, material de gran tamaño pasan la unidad de cribado y se depositan en unidades de tratamiento posteriores.
- ✓ Realizar un mantenimiento de las estructuras tanques, tuberías, y válvulas para evitar que la fuga de aguas no tratadas se ponga en contacto con el agua ya clarificada.

- ✓ Realizar la descarga del clarificada del segundo filtro biológico directamente hacia el canal de descarga final ubicado en el cerramiento de la PTAR, y no hacerlo en el lecho de secado.
- ✓ Contemplar la posibilidad de duplicar las unidades de tratamiento primario. Esto con el objetivo de facilitar las actividades de limpieza de las unidades, sin parar el funcionamiento de la PTAR.
- ✓ Ubicar una estructura de aforo al ingreso y salida de la PTAR, donde las condiciones hidráulicas permita una buena medición de caudal, es decir, a una sección en tramo recto. Se debe verificar durante la instalación de la estructura que se encuentre nivelada tanto horizontal como verticalmente.
- ✓ Registrar el caudal de ingreso a cada uno de los reactores biológicos.
- ✓ Incluir un pretratamiento de separación de natas y grasas y aceites, el cual puede efectuarse manualmente e hidráulicamente en la unidad del denominado “filtro ascendente”. Se debe contemplar el manejo de los residuos separados de esta unidad y su disposición final.
- ✓ Incluir un sistema de seguridad en las chimeneas de quema de gases, para evitar incendio o explosión.
- ✓ Revisar el diseño del filtro descendente.
- ✓ Contemplar en función de la revisión de eficiencias de las unidades la implementación de una unidad de desinfección previo a la descarga, una vez que realizadas las modificaciones no se llegue a lo dictado por la norma nacional en cuanto al 99.9% de remoción de coliformes fecales.
- ✓ Dar una disposición final adecuada a todos los residuos separados del agua tratada, sin que estos sean arrojados en el área de trabajo de la planta.

- ✓ Limpiar el área de trabajo de la PTAR, colocar letreros de identificación de las unidades, sitios de acceso restringido, etc., según lo establecen las guías de buenas prácticas de seguridad en PTAR.
- ✓ Implementar un plan de operación, mantenimiento y monitoreo de la planta de tratamiento, y asignar un operador responsable del buen funcionamiento de la planta, debidamente capacitado.

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNESCO, *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás.* 2019.
- [2] Organización Mundial de la Salud [OMS] and Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], “Desigualdades en materia de saneamiento y agua potable en América Latina y el Caribe,” p. 12, 2016, [Online]. Available: <https://www.unicef.org/lac/media/1496/file>.
- [3] S. P. A. Maribel, “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ZONA SURESTE DE LA CIUDAD DE MERA, PROVINCIA DE PASTAZA’ .,” 2016.
- [4] C. Alberto and N. Meneses, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE GARCÍA MORENO GENERALIDADES,” 2015.
- [5] COMISION NACIONAL DEL AGUA, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*, vol. 27, no. 1. 2014.
- [6] A. V. F. CARBAJAL, “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO YATCHIL LAS PLAYAS DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS DEL CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” p. 2016, 2016.
- [7] SENAGUA, “Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.,” *Secr. del Agua*, pp. 1–44, 2016, [Online]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5 Parte_9-2.pdf.

- [8] Ministerio del Agua-Viceministerio de Servicios Basicos, "Reglamento tecnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. Republica de Bolivia.," *Minist. del agua viceministerio Serv. basicos*, 2007.
- [9] I. M. S. D. M. Medina, *METODOLOGÍA DE DISEÑO DEL DRENAJE URBANO*. 2018.
- [10] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, "NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES," *INEN*, p. 21, 2006, [Online]. Available: [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/3/03 AGP 63 NTE INEN 1340.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/3/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201340.pdf).
- [11] Comisión Nacional del Agua, "Manual de Agua Potable , Alcantarillado y Saneamiento."
- [12] C. G. I. Padilla, "ESTUDIO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO CON PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA FÁTIMA, CANTÓN Y PROVINCIA DE PASTAZA.," 2019.
- [13] E. C. T. de A. de N. Ing. Juan A. Neira Carrasco, "NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q," p. 283, 2009.
- [14] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS: CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. Primera*, First Edit., vol. 2. 1997.
- [15] I. La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, "NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES."
- [16] J. R. P. Freire, ""DISEÑO DEL SISTEMA DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON SISTEMA DOYOO YOOKASOO, DE LA COMUNIDAD 'PUNGULOMA' SECTOR CHALIUPICHO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE PASA DEL CANTÓN AMBATO, PROVIN," 2017.
- [17] D.-I. W. Wagner, *Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua*

residual aptas para Bolivia., vol. 591, no. 2. 2010.

- [18] E. Metcalf, *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización*. 2000.
- [19] Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA.”
- [20] Luis Alejandro Tirado Gavilanes, “DISEÑO DE LA RED ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD 12 DE OCTUBRE, PARROQUIA YANAYACU, CIUDAD DE QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” 2016.
- [21] R. M. A. G. G. MARQUEZ, “Apoyo Didactico En La Enseñanza – Aprendizaje De La Asignatura De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales,” 2008.
- [22] A. H. M. A. H. Lehmann, *Manual De Saneamiento Uralita*, 2º. .
- [23] Universidad de Cuenca, “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.,” *EX IEOS*, pp. 141–151, 1999.

ANEXOS

ANEXO 1: Anexo Topográfico

<p>FOTO # 1</p>	<p>FOTO # 2</p>
	
<p>Reconocimiento del sitio del proyecto con el ingeniero designado del departamento de planificación del G.A.D. municipal de san pedro de Pelileo y el G.A.D parroquial de García moreno.</p>	<p>Levantamiento de los puntos para realizar el proyecto.</p>
<p>FOTO # 3</p>	<p>FOTO # 4</p>
	
<p>Reconocimiento de la 1er PTAR.</p>	<p>Reconocimiento de la 2da PTAR</p>
<p>Foto # 5</p>	<p>Foto # 6</p>



Toma de caudales en la 1er y 2da PTAR



Toma de muestras dentro de las PTARS.

ANEXO 2: Puntos del levantamiento Topográfico

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	9854563.17	773552.215	2294.9	topo
2	9856150.96	773920.06	2270.076	topo
13	9856977.33	773111.531	2500	topo
17	9856973.83	773108.189	2500.193	topo
18	9856982.84	773116.598	2499.766	topo
20	9856615.85	773576.081	2307.883	topo
21	9856643.31	773558.605	2310.575	topo
22	9856644.06	773558.498	2310.625	topo
23	9856615.8	773571.402	2307.727	topo
24	9856596.28	773578.19	2305.412	topo
25	9856602.24	773558.359	2307.428	topo
26	9856590.28	773564.809	2305.558	topo
27	9856609.3	773553.504	2308.322	topo
28	9856590.13	773564.618	2305.595	topo
30	9856561.3	773520.173	2303.47	topo
31	9856575.98	773511.936	2305.028	topo
32	9856586.27	773501.653	2306.723	topo
33	9856548.62	773476.489	2304.072	topo
34	9856534.18	773485.88	2302.288	topo
35	9856551.39	773474.382	2304.097	topo
36	9856563.64	773460.51	2306.371	topo
37	9856518.73	773427.352	2303.146	topo
38	9856503.74	773436	2300.256	topo
39	9856521.8	773425.554	2303.485	topo
40	9856537.2	773414.859	2305.681	topo
41	9856498.5	773395.735	2303.106	topo
42	9856501.74	773393.439	2303.328	topo
43	9856518.78	773384.738	2306.088	topo
44	9856478.68	773405.05	2299.735	topo
45	9856477.27	773362.349	2303.08	topo
46	9856480.24	773360.225	2303.198	topo
47	9856466.02	773369.764	2300.486	topo
48	9856497.78	773346.447	2306.815	topo
49	9856442.36	773309.684	2301.135	topo
50	9856445.4	773307.862	2301.224	topo
51	9856456.32	773299.176	2303.878	topo
52	9856409.46	773254.79	2299.86	topo
53	9856406.83	773256.664	2299.883	topo
54	9856429.95	773245.756	2302.482	topo
55	9856387.45	773264.901	2297.862	topo
56	9856396.59	773232.708	2299.37	topo
57	9856393.45	773234.436	2298.862	topo
58	9856391.23	773237.754	2298.391	topo

59	9856385.86	773234.217	2297.994	topo
60	9856376.79	773243.832	2296.365	topo
61	9856367.66	773260.854	2294.357	topo
62	9856362.08	773257.948	2294.413	topo
63	9856332.66	773294.793	2290.586	topo
64	9856327.61	773290.802	2290.393	topo
65	9856301.52	773324.434	2287.52	topo
66	9856297.36	773318.655	2287.65	topo
67	9856277.31	773349.018	2286.02	topo
68	9856273.46	773343.38	2285.285	topo
69	9856257.85	773439.344	2284.649	topo
70	9856261.61	773437.616	2284.711	topo
71	9856240.03	773450.452	2283.71	topo
72	9856271.47	773433.533	2285.788	topo
73	9856252.93	773470.298	2284.182	topo
74	9856291.53	773447.781	2285.966	topo
75	9856273.06	773457.597	2285.02	topo
76	9856270.17	773458.874	2285.088	topo
77	9856291.18	773490.978	2285.539	topo
78	9856288.52	773492.446	2285.673	topo
79	9856265.68	773512.839	2283.771	topo
80	9856314.5	773479.897	2286.672	topo
81	9856280.14	773542.369	2283.955	topo
82	9856328.53	773508.744	2286.645	topo
83	9856305.56	773524.722	2285.53	topo
84	9856308.33	773522.68	2285.85	topo
85	9856330.98	773572.651	2285.944	topo
86	9856334.9	773570.591	2286.119	topo
87	9856350.74	773562.239	2286.727	topo
88	9856317.03	773579.415	2285.016	topo
89	9856347.14	773604.596	2286.676	topo
90	9856349.57	773603.361	2286.757	topo
91	9856365.13	773596.007	2287.635	topo
92	9856334.53	773613.384	2285.615	topo
93	9856370.21	773650.843	2286.51	topo
94	9856373.9	773649.48	2286.735	topo
95	9856375.1	773650.934	2286.694	topo
96	9856375.65	773654.519	2286.64	topo
97	9856370.45	773655.718	2286.447	topo
98	9856385.7	773651.295	2287.548	topo
99	9856383.88	773662.536	2287.005	topo
100	9856384.08	773659.011	2287.097	topo
101	9856397.7	773664.14	2287.795	topo
102	9856397.14	773654.847	2287.723	topo
103	9856396.61	773661.272	2287.841	topo
104	9856387.52	773638.509	2288.183	topo

105	9856409.02	773675.399	2288.855	topo
106	9856410.29	773627.175	2289.532	topo
107	9856427.74	773659.747	2290.114	topo
108	9856419.62	773640.007	2288.4	topo
109	9856429.46	773657.647	2290.734	topo
110	9856421.63	773644.306	2289.492	topo
111	9856423.15	773647.376	2289.595	topo
112	9856455.19	773629.655	2291.854	topo
113	9856456.98	773632.225	2291.702	topo
114	9856453.32	773626.025	2291.134	topo
115	9856471.36	773652.193	2293.109	topo
116	9856442.95	773610.009	2291.905	topo
117	9856482.02	773618.604	2294.03	topo
118	9856472.31	773600.977	2294.303	topo
119	9856484.26	773622.855	2293.956	topo
120	9856480.41	773612.354	2293.992	topo
121	9856494.66	773636.273	2295.325	topo
122	9856527.19	773621.315	2298.668	topo
123	9856516.03	773596.629	2297.495	topo
124	9856524.25	773610.553	2297.54	topo
125	9856508.17	773582.718	2297.539	topo
126	9856523.64	773607.299	2297.618	topo
127	9856508.8	773583.25	2297.575	topo
128	9856558.87	773605.485	2300.663	topo
129	9856545.56	773570.625	2301.21	topo
130	9856560.52	773609.648	2301.163	topo
131	9856570.42	773626.713	2302.232	topo
132	9856555.86	773591.903	2301.436	topo
133	9856577.64	773587.495	2303.357	topo
134	9856591.29	773618.648	2304.406	topo
135	9856586.23	773605.308	2303.376	topo
136	9856570.75	773571.746	2303.576	topo
137	9856586.08	773602.218	2303.369	topo
138	9856618.46	773593.425	2307.293	topo
139	9856619.22	773596.604	2307.315	topo
140	9856625.08	773617.842	2308.182	topo
141	9856628.35	773594.816	2308.535	topo
142	9856627.07	773591.629	2308.624	topo
143	9856360.78	773664.447	2286.398	topo
144	9856366	773681.287	2286.233	topo
145	9856347.43	773647.786	2285.994	topo
146	9856351.96	773668.611	2285.432	topo
147	9856336.94	773685.928	2283.889	topo
148	9856324.14	773669.429	2284.178	topo
149	9856334.1	773683.202	2283.772	topo
150	9856329.15	773677.199	2284.194	topo

151	9856315.43	773702.239	2283.038	topo
152	9856308.9	773692.981	2282.745	topo
153	9856312.82	773698.292	2282.612	topo
154	9856299.2	773683.262	2282.485	topo
155	9856293.39	773733.004	2281.323	topo
156	9856288.38	773725.173	2281.426	topo
157	9856291.15	773729.507	2281.246	topo
158	9856267.94	773709.997	2281.166	topo
159	9856305.92	773744.673	2282.392	topo
160	9856281.09	773743.451	2279.951	topo
161	9856277.84	773741.217	2279.988	topo
162	9856272.6	773748.32	2279.645	topo
163	9856269	773747.856	2279.672	topo
164	9856267.56	773734.659	2280.671	topo
165	9856249.1	773782.193	2278.072	topo
166	9856247.06	773779.835	2278.093	topo
167	9856233.12	773760.983	2278.566	topo
168	9856255.15	773793.933	2279.027	topo
169	9856212.96	773812.606	2275.999	topo
170	9856200.59	773827.723	2275.048	topo
171	9856205.1	773829.171	2275.546	topo
172	9856195.39	773843.927	2274.327	topo
173	9856198.36	773845.675	2274.525	topo
174	9856185.66	773857.894	2273.787	topo
175	9856189.74	773860.149	2274.093	topo
176	9856184.13	773864.946	2273.747	topo
177	9856170.56	773860.138	2273.3	topo
178	9856172.21	773857.288	2273.525	topo
179	9856140.42	773847.054	2273.144	topo
180	9856137.65	773849.624	2273.039	topo
181	9856123.16	773833.649	2272.933	topo
182	9856182.44	773868.981	2273.224	topo
183	9856114.73	773823.351	2273.837	topo
184	9856109.02	773826.051	2273.247	topo
185	9856101.25	773810.336	2273.56	topo
186	9856106.01	773807.368	2273.617	topo
187	9856101.04	773773.536	2273.169	topo
188	9856105.94	773773.292	2273.592	topo
189	9856098.44	773743.803	2273.426	topo
190	9856102.56	773741.264	2273.619	topo
191	9856073.85	773685.812	2273.522	topo
192	9856076.43	773684.155	2273.455	topo
193	9856040.73	773626.407	2273.111	topo
194	9856044.37	773624.135	2273.283	topo
195	9856040.4	773598.934	2273.312	topo
196	9856036.52	773597.385	2273.407	topo

200	9856973.83	773108.189	2500.193	topo
202	9856982.84	773116.598	2499.766	topo
205	9855979.96	773639.359	2270.543	topo
206	9855975.29	773634.555	2270.426	topo
207	9855981.76	773631.943	2271.12	topo
208	9855998.03	773612.025	2271.746	topo
209	9856004.25	773614.565	2271.858	topo
210	9856005.76	773604.321	2272.095	topo
211	9856015.38	773594.527	2272.604	topo
212	9856019.88	773598.9	2272.513	topo
213	9856036.66	773578.479	2273.566	topo
214	9856182.89	773868.364	2273.22	topo
215	9856184.96	773870.556	2273.242	topo
216	9856174.08	773894.32	2271.647	topo
217	9856171.6	773892.209	2271.596	topo
218	9856162.57	773903.826	2271.173	topo
219	9856141.12	773969.497	2267.267	topo
220	9856148.11	773918.573	2270.076	topo
221	9856141.94	773927.746	2269.603	topo
222	9856143.73	773930.387	2269.512	topo
223	9856121.98	773931.186	2268.229	topo
225	9856120.1	773936.109	2268.271	topo
227	9856144.77	773964.102	2268.127	topo
228	9856187.26	773868.368	2273.843	topo
229	9856189.45	773865.387	2273.869	topo
230	9856197.52	773887.565	2273.711	topo
231	9856203.35	773899.989	2273.709	topo
232	9856201.15	773902.192	2273.529	topo
233	9856216.9	773918.09	2273.529	topo
234	9856217.86	773917.551	2274.182	topo
235	9856214.51	773920.579	2273.366	topo
236	9856230.12	773932.989	2273.373	topo
237	9856228.34	773934.983	2273.402	topo
238	9856222.79	773938.766	2272.881	topo
239	9856258.86	773962.846	2273.053	topo
240	9856257.01	773964.761	2272.824	topo
241	9856286.91	774005.571	2272.325	topo
242	9856285.18	774011.332	2272.618	topo
243	9856284.62	774009.874	2272.606	topo
244	9856297.31	774000.308	2273.579	topo
245	9856274.22	774022.523	2270.919	topo
246	9856274.83	774022.089	2271.073	topo
247	9856077.9	774051.757	2252.603	topo
248	9856082.21	774047.554	2252.936	topo
249	9856231.91	773386.054	2282.105	topo
250	9856221.5	773395.157	2281.522	topo

251	9854509.59	773776.925	2310.349	topo
252	9854499.48	773779.134	2310.773	topo
253	9854501.7	773786.603	2310.779	topo
254	9854521.52	773784.379	2310.649	topo
255	9854523.4	773777.252	2310.909	topo
256	9854513.89	773776.792	2310.384	topo
257	9854508.36	773733.622	2306.49	topo
258	9854505.11	773734.563	2306.259	topo
259	9854526.06	773702.302	2304.105	topo
260	9854523.51	773701.532	2304.146	topo
261	9854541.03	773701.494	2303.906	topo
262	9854534.98	773679.898	2302.801	topo
263	9854537.07	773680.58	2302.893	topo
264	9854540.27	773665.475	2301.391	topo
265	9854542.09	773666.635	2301.217	topo
266	9854544.55	773647.296	2300.363	topo
268	9854544.58	773647.435	2300.918	topo
270	9854552.48	773636.141	2299.003	topo
271	9854555.18	773636.101	2299.25	topo
272	9854562.77	773619.714	2298.596	topo
273	9854563.15	773621.393	2297.909	topo
274	9854560.32	773620.905	2297.72	topo
275	9854546.86	773615.164	2298.199	topo
276	9854574.52	773601.769	2297.036	topo
277	9854566.71	773603.323	2297.485	topo
278	9854561.77	773605.182	2297.319	topo
279	9854540.53	773580.33	2297.777	topo
280	9854539.36	773581.446	2297.638	topo
281	9854539.65	773582.422	2297.646	topo
282	9854546.54	773574.897	2296.226	topo
283	9854534	773586.662	2299.228	topo
284	9854538.4	773577.071	2297.59	topo
285	9854538.15	773574.717	2297.531	topo
286	9854539.32	773572.931	2297.346	topo
287	9854532.29	773574.97	2297.942	topo
288	9854591.97	773570.511	2293.496	topo
289	9854490.65	773528.731	2298.635	topo
290	9854488.55	773525.079	2296.609	topo
291	9854483.79	773520.299	2296.531	topo
292	9854515.45	773505.503	2291.335	topo
293	9854512.5	773505.962	2291.189	topo
294	9854506.79	773501.509	2291.123	topo
295	9854445.23	773546.672	2305.771	topo
296	9854446.61	773548.015	2305.935	topo
297	9854527.71	773518.43	2293.797	topo
298	9854525.25	773519.19	2293.233	topo

299	9854545.68	773536.714	2293.406	topo
300	9854543.04	773536.834	2293.206	topo
301	9854518.65	773508.974	2292.831	topo
302	9854516.16	773510.284	2292.638	topo
303	9854526	773479.919	2286.678	topo
304	9854530.9	773483.695	2286.439	topo
305	9854558.08	773453.442	2280.971	topo
306	9854552.52	773460.215	2282.037	topo
307	9854579.77	773413.418	2275.251	topo
308	9854584.92	773415.689	2275.744	topo
309	9854571.65	773405.169	2274.709	topo
310	9854590.14	773415.734	2274.854	topo
311	9854584.62	773403.538	2274.434	topo
312	9854602.05	773419.637	2275.153	topo
313	9854593.62	773390.771	2272.003	topo
314	9854599.04	773393.411	2272.456	topo
315	9854605.01	773413.683	2274.64	topo
316	9854592.26	773407.083	2273.473	topo
320	9856005.76	773604.321	2272.095	topo
322	9856015.38	773594.527	2272.604	topo
324	9856033.91	773575.689	2273.262	topo
325	9856034.19	773572.671	2273.373	topo
326	9856030.99	773567.158	2273.308	topo
327	9856035.34	773560.495	2273.369	topo
328	9856039.66	773566.496	2273.554	topo
329	9856041.41	773565.903	2273.763	topo
330	9856042.17	773574.725	2273.564	topo
331	9856056.45	773561.941	2273.754	topo
332	9856053.01	773556.269	2273.797	topo
333	9856078.71	773532.251	2274.346	topo
334	9856084.03	773535.879	2274.239	topo
335	9856109.83	773510.492	2274.77	topo
336	9856105.4	773505.956	2274.855	topo
337	9856134.27	773486.541	2275.615	topo
338	9856130.91	773482.646	2275.826	topo
339	9856155.01	773465.598	2276.747	topo
340	9856151.75	773462.177	2276.758	topo
341	9856182.12	773439.669	2278.255	topo
342	9856179.48	773435.866	2278.277	topo
343	9856202	773420.447	2279.503	topo
344	9856198.65	773417.356	2279.496	topo
345	9856217.9	773404.471	2280.793	topo
346	9856215.07	773401.028	2281.003	topo
350	9856221.5	773395.157	2281.522	topo
352	9856231.91	773386.054	2282.105	topo
354	9856231.86	773394.904	2281.993	topo

355	9856235.72	773391.508	2282.305	topo
356	9856241.15	773409.547	2283.626	topo
357	9856244.08	773407.201	2283.562	topo
358	9856249.59	773424.389	2284.237	topo
359	9856252.75	773422.838	2284.238	topo
360	9856234.43	773389.546	2282.18	topo
361	9856221.59	773400.518	2281.196	topo
362	9856200.43	773422.047	2279.454	topo
363	9856249.23	773367.582	2283.166	topo
364	9856253.18	773371.267	2283.3	topo
365	9856371.48	773256.279	2295.158	topo
366	9856367.95	773252.411	2295.189	topo
367	9856396.34	773232.818	2299.21	topo
368	9856394.19	773229.709	2299.047	topo
369	9856408.36	773223.757	2300.478	topo
370	9856405.97	773220.633	2300.515	topo
374	9856082.21	774047.554	2252.936	topo
376	9856077.9	774051.757	2252.603	topo
378	9856079.57	774039.982	2252.955	topo
379	9856073.6	774041.975	2252.779	topo
380	9856084.34	774072.462	2252.191	topo
381	9856089.02	774070.616	2252.451	topo
382	9856067.95	774034.216	2253.14	topo
383	9856063.69	774031.291	2253.092	topo
384	9856059.74	774031.768	2253.187	topo
385	9856056.62	774023.17	2253.229	topo
386	9856059.44	774022.544	2253.389	topo
387	9856063.74	774021.785	2253.602	topo
388	9856068.76	774025.12	2253.404	topo
389	9856072.23	774027.966	2253.336	topo
390	9856102.9	774132.113	2252.832	topo
391	9856095.58	774092.778	2252.452	topo
392	9856101.68	774111.89	2252.374	topo
393	9856096.72	774114.763	2252.381	topo
394	9856100.18	774113.191	2252.28	topo
395	9856109.61	774132.167	2253.06	topo
396	9856105.2	774134.43	2252.922	topo
398	9856058.42	774017.017	2254.363	topo
402	9856058.42	774017.017	2254.363	topo
404	9856057.89	774012.745	2254.956	topo
406	9856061.22	774016.754	2254.224	topo
407	9856049.81	774024.913	2252.853	topo
408	9856050.66	774034.575	2252.876	topo
409	9856060.26	774000.202	2256.931	topo
410	9856063.12	774000.98	2256.873	topo
411	9856064.01	773989.638	2258.529	topo

412	9856066.63	773991.082	2258.51	topo
414	9856060.85	774012.332	2255.094	topo
415	9856065.75	773987.031	2258.745	topo
416	9856064.06	773989.68	2258.494	topo
418	9856065.75	773987.031	2258.745	topo
420	9856064.06	773989.68	2258.494	topo
422	9856068.31	773989.661	2258.861	topo
423	9856050.94	773988.933	2258.634	topo
424	9856058.14	773971.899	2260.548	topo
425	9856076.57	773982.936	2260.84	topo
426	9856074.85	773980.264	2260.955	topo
427	9856085.74	773971.998	2263.117	topo
428	9856084.53	773974.352	2262.81	topo
432	9856084.53	773974.352	2262.81	topo
434	9856085.74	773971.998	2263.117	topo
436	9856083	773971.016	2262.79	topo
437	9856088.08	773960.417	2264.035	topo
438	9856090.69	773961.634	2264.163	topo
439	9856098.52	773946.971	2265.962	topo
441	9856101.29	773948.434	2266.171	topo
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
13	9853758.33	774618.48	2500	topo
17	9853853.85	774694.708	2502.744	topo
18	9853838.16	774717.031	2499.286	topo
19	9853834.54	774673.051	2503.024	topo
20	9853851.37	774689.2	2502.956	topo
21	9853851.51	774688.842	2502.954	topo
22	9853824.65	774662.581	2503.339	topo
23	9853811.79	774642.507	2503.673	topo
24	9853800.67	774679.491	2500.143	topo
25	9853799.77	774621.286	2503.342	topo
26	9853784.35	774666.581	2500.09	topo
27	9853793.95	774609.878	2503.825	topo
28	9853790.19	774660.736	2501.099	topo
29	9853806.57	774656.387	2502.949	topo
30	9853784.35	774654.942	2501.28	topo
31	9853772.29	774635.035	2500.481	topo
32	9853766.91	774631.054	2499.7	topo
33	9853769	774628.336	2499.669	topo
34	9853766.47	774624.936	2498.621	topo
35	9853762.87	774627.637	2497.961	topo
36	9853751.31	774636.814	2495.812	topo
37	9853750.13	774634.308	2496.163	topo
38	9853747.63	774632.254	2495.887	topo

39	9853743.23	774643.003	2494.025	topo
40	9853742.06	774635.095	2494.684	topo
41	9853792.19	774607.823	2502.944	topo
42	9853791.07	774605.336	2503.283	topo
43	9853789.03	774601.4	2503.216	topo
44	9853806.53	774599.323	2504.795	topo
45	9853804.24	774593.427	2504.851	topo

ANEXO 3: Informes de Análisis del Agua Residual de las dos plantas de tratamiento



Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental
"LIAA-GADMA"

INFORME DE ANALISIS

Informe No. CA-12-2021
Código de Muestra: RML-21-61

Datos proporcionados por el cliente:
Nombre de la empresa:
Dirección de la empresa que solicita: Canton Pelileo
Sitio de Muestreo: Parroquia García Moreno. Descarga de la segunda Planta de tratamiento Aguas residuales.
Tipo de Muestra: Agua residual
Nombre del contacto del cliente: Aguaguña Medina María Teléfono:
Fecha de recepción o Toma de muestra: 20/05/2021 Hora de muestreo: 9:30
Fecha de Análisis: 20/05/2021
Fecha Entrega resultados: 27/05/2021 Condiciones ambientales in situ
Descripción de la muestra: Muestra simple HR% N/A
Temperatura ambiental: N/A °C

Muestreado: Aguaguña Medina María
Receptado por: Ing. Diego Sánchez

RESULTADO ANALISIS

Parámetros	Simbología	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre	Límites de descarga	
						Tabla,8 Sistema de Alcantarillado	
Potencial de hidrógeno	pH	PE/LIAA-GADMA/01/APHA 4500 HB / POTENCIOMETRICO	-----	7,8	0,09 upH	6 - 9	upH
Demanda química de oxígeno	DQO	PE/LIAA-GADMA/03/APHA 5220 D / UV-VISIBLE	mg/L	89	1,4%	500	mg/l
Oxígeno disuelto *	OD	PE/LIAA-GADMA/09/APHA 4500 OG / POTENCIOMETRICO	mg/L	4,7		---	---
Demanda Bioquímica de oxígeno *	DBO5	APHA 5210B/ METODO RESPIROMETRICO	mg/L	44,5		250	mg/l
Turbidez*		PE/LIAA-GADMA/18/APHA 2130	NTU	19,1		---	---
E coli *		APHA 9221	ufc/ml	Incontables		---	---
E coli Totales *		APHA 9221	ufc/ml	Incontables		---	---
Sólidos Totales a 105°C *	SDT	APHA 2540 B / SECADORA 103 -105 °C	mg/L	437,3		1600	mg/l

Acreditación N- SAE - LEN - 16-017 Laboratorio de Ensayos

Condiciones Ambientales de Laboratorio: Temperatura media * 18,5 Humedad relativa media: 54,7 (%HR)

Los resultados reportados en este informe solo tiene relación con los items de ensayo para esta muestra

* Parámetro no acreditado

El laboratorio no se responsabiliza de la integridad de la muestra cuando esta es suministrada por el cliente, siendo los resultados reportados en este informe exclusivos de la muestra recibida.

Nota: se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin la debida autorización

Nota: Los métodos utilizados corresponden al Standard Method ed. 23



FMC2101-07

Dirección: Av. Los Shyris y Naripillabuzo
ED. GADMA SERVICIOS PUBLICOS
Telf: 2844825

1 de 1



Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental
"LIAA-GADMA"

INFORME DE ANALISIS

Informe No. CA- 10- 2021
Código de Muestra: RML-21- 62
Datos proporcionados por el cliente:
Nombre de la empresa:
Dirección de la empresa que solicita: Canton Pelileo
Sitio de Muestreo: Parroquia García Moreno. Ingreso de la primera Planta de tratamiento Aguas residuales .
Tipo de Muestra: Agua residual
Nombre del contacto del cliente : Aguaguña Medina Maria **Teléfono:**
Fecha de recepción o Toma de muestra: 21/05/2021 **Hora de muest** 11:00
Fecha de Análisis: 21/05/2021
Fecha Entrega resultados: 27/05/2021 **Condiciones ambientales in situ**
Descripción de la muestra : Muestra simple **HR%** N/A
Temperatura ambiental: N/A °C
Muestreado Aguaguña Medina Maria **Receptado por:** Ing. Diego Sánchez

RESULTADO ANALISIS

Parámetros	Simbología	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre	Límites de descarga	
						Tabla:8 Sistema de Alcantarillado	
Potencial de hidrógeno	pH	PE/LIAA-GADMA/01/APIA 4500 HB / POTENCIOMETRICO	-----	8,0	0,09 upH	6 - 9	upH
Demanda química de oxígeno	DQO	PE/LIAA-GADMA/03/APIA 5220 D / UV-VISIBLE	mg/L	466	1,4%	500	mg/l
Oxígeno disuelto *	OD	PE/LIAA-GADMA/09/APIA 4500 OG/ POTENCIOMETRICO	mg/L	3,0		---	---
Demanda Bioquímica de oxígeno *	DBO5	APIA 5210B/ METODO RESPIROMETRICO	mg/L	233,0		250	mg/l
Turbidez*		PE/LIAA-GADMA/18/APIA 2130	NTU	206		---	---
E coli *		APIA 9221	ufc/ml	Incontables		---	---
E coli Totales *		APIA 9221	ufc/ml	Incontables		---	---
Sólidos Totales a 105°C *	SDT	APIA 2540 B / SECADO A 103 -105 °C	mg/L	1090		1600	mg/l

Acreditacion N.- SAE - LEN - 16-017 Laboratorio de Ensayos

Condiciones Ambientales de Laboratorio: Temperatura media: 18,4 Humedad relativa media: 58,5 (%HR)

Los resultados reportados en este informe solo tiene relación con los ítems de ensayo para esta muestra

* Parámetro no acreditado

El laboratorio no se responsabiliza de la integridad de la muestra cuando esta es suministrada por el cliente, siendo los resultados reportados en este informe exclusivos de la muestra recibida.

Nota: se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin la debida autorización

Nota: Los métodos utilizados corresponden al Standard Method ed. 23



FMC2101-07

Dirección: Av. Los Shyris y Naripitahuazo
ED. GADMA SERVICIOS PUBLICOS
Tel: 2844825

1 de 1



Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental
"LIAA-GADMA"

INFORME DE ANALISIS

Informe No. CA- 10- 2021
Código de Muestra: RML-21- 59
Datos proporcionados por el cliente:
Nombre de la empresa:
Dirección de la empresa que solicita: Canton Pelileo
Sitio de Muestreo: Parroquia Garcia Moreno. Ingreso de la segunda Planta de tratamiento Aguas residuales .
Tipo de Muestra: Agua residual
Nombre del contacto del cliente : Aguaguña Medina Maria **Teléfono:**
Fecha de recepción o Toma de muestra: 17/05/2021 **Hora de muestr** 13:30
Fecha de Análisis: 17/05/2021 **Condiciones ambientales in situ**
Fecha Entrega resultados: 27/05/2021 **HR%** N/A
Descripción de la muestra : Muestra simple **Temperatura ambiental:** N/A °C
Muestreado: Aguaguña Medina Maria **Receptado por:** Ing. Diego Sánchez

RESULTADO ANALISIS

Parámetros	Simbología	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre	Límites de descarga	
						Tabla.8 Sistema de Alcantarillado	
Potencial de hidrógeno	pH	PE/LIAA-GADMA/01/APHIA 4500 HB / POTENCIOMETRICO	-----	8,0	0,09 upH	6 - 9	upH
Demanda química de oxígeno	DQO	PE/LIAA-GADMA/03/APHIA 5220 D / UV-VISIBLE	mg/L	506	1,4%	500,0	mg/l
Oxígeno disuelto *	OD	PE/LIAA-GADMA/09/APHIA 4500 OGU POTENCIOMETRICO	mg/L	0,4		-----	-----
Demanda Bioquímica de oxígeno *	DBO5	APHIA 5210B/ METODO RESPIROMETRICO	mg/L	253,0		250,0	mg/l
Turbidez*		PE/LIAA-GADMA/18/APHIA 2130	NTU	395		-----	-----
E coli *		APHIA 9221	ufc/ml	Incontables		-----	-----
E coli Totales *		APHIA 9221	ufc/ml	Incontables		-----	-----
Sólidos Totales a 105°C *	SDT	APHIA 2540 B / SECADO A 103 -105 °C	mg/L	870,7		1600,0	mg/l

Acreditación N.- SAE - LEN - 16-017 Laboratorio de Ensayos

Condiciones Ambientales de Laboratorio: Temperatura med 18 Humedad relativa media: 62,7(%HR)

Los resultados reportados en este informe solo tiene relación con los ítems de ensayo para esta muestra

* Parámetro no acreditado

El laboratorio no se responsabiliza de la integridad de la muestra cuando esta es suministrada por el cliente, siendo los resultados reportados en este informe exclusivos de la muestra recibida.

Nota: se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin la debida autorización

Nota: Los métodos utilizados corresponden al Standard Method ed. 23



FMC2101-07

Dirección: Av. Los Shtyris y Naripillahuazo
ED. GADMA SERVICIOS PUBLICOS
Telf.: 2844825

1 de 1



Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental
"LIAA-GADMA"

INFORME DE ANALISIS

Informe No. CA- 11- 2021
 Código de Muestra: RML-21- 58
Datos proporcionados por el cliente:
 Nombre de la empresa:
 Dirección de la empresa que solicita: Canton Pelileo
 Sitio de Muestreo: Parroquia Garcia Moreno, Salida de la Primera Planta de tratamiento Aguas residuales .
 Tipo de Muestra Agua residual
 Nombre del contacto del cliente : Aguaguña Medina Maria Teléfono:
Fecha de recepción o Toma de muestra: 19/05/2021 Hora de muestreo: 10:30
 Fecha de Análisis: 19/05/2021
 Fecha Entrega resultados: 27/05/2021 Condiciones ambientales in situ
 Descripción de la muestra : Muestra simple HR% N/A
 Temperatura ambiental: N/A °C
 Muestreado Aguaguña Medina Maria Receptado por: Ing. Diego Sánchez

RESULTADO ANALISIS

Parámetros	Simbología	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre	Límites de descarga	
						Tabla;8 Sistema de Alcantarillado	
Potencial de hidrógeno	pH	PE/LIAA-GADMA/01/APIA 4500 HB / POTENCIOMETRICO	-----	8,4	0,09 upH	6 - 9	upH
Demanda química de oxígeno	DQO	PE/LIAA-GADMA/03/APIA 5220 D / UV-VISIBLE	mg/L	689	1,4%	500	mg/l
Oxígeno disuelto *	OD	PE/LIAA-GADMA/09/APIA 4500 OG/ POTENCIOMETRICO	mg/L	2,0		-----	-----
Demanda Bioquímica de oxígeno *	DBO5	APIA 5210B/ METODO RESPIROMETRICO	mg/L	344,5		250	mg/l
Turbidez*		PE/LIAA-GADMA/18/APIA 2130	NTU	229		-----	-----
E coli *		APIA 9221	ufc/ml	Incontables		-----	-----
E coli Totales *		APIA 9221	ufc/ml	Incontables		-----	-----
Sólidos Totales a 105°C *	SDT	APIA 2540 B / SECADO A 103 -105 °C	mg/L	909,3		1600	mg/l

Acreditacion N.- SAE - LEN - 16-017 Laboratorio de Ensayos

Condiciones Ambientales de Laboratorio: Temperatura medi 17,1 Humedad relativa media: 58,8 (%HR)

Los resultados reportados en este informe solo tiene relación con los items de ensayo para esta muestra

* Parámetro no acreditado

El laboratorio no se responsabiliza de la integridad de la muestra cuando esta es suministrada por el cliente, siendo los resultados reportados en este informe exclusivos de la muestra recibida.

Nota: se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin la debida autorización

Nota: Los métodos utilizados corresponden al Standard Method ed. 23



Responsable del Laboratorio
Dr. Julio Núñez

Dirección: Av. Los Shyris y Naripillahuazo
ED. GADMA SERVICIOS PUBLICOS
Telf.: 2844825

FMC2101-07

1 de 1