



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL
IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE

**DIRECTOR: ING. GOETHE EMMANUEL PALOMEQUE LARRIVA
MS.C.**

AZOGUES - ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA
RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL
CANTÓN AZOGUES

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR: ANDRÉS JOSUE CRIOLLO ALMACHE

**DIRECTOR: ING. GOETHE EMMANUEL PALOMEQUE LARRIVA
MS.C.**

AZOGUES - ECUADOR

2021


DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD</p>	<p>CÓDIGO: F – DB – 34 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 3 de 212</p>
---	---	--

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Andrés Josué Criollo Almache portador de la cédula de ciudadanía N° **0104826151**. Declaro ser el autor de la obra: **“Eficiencia de Plantas de Tratamiento Tipo para Agua Residual Implementadas en la Parroquia Luis Cordero del Cantón Azogues”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, 19 de octubre de 2021

F:

Andrés Josué Criollo Almache
C.I. 0104826151

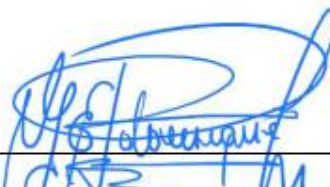
**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN-
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

**ING. GOETHE EMMANUEL PALOMEQUE LARRIVA MSc.
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación denominado: “**EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES**” desarrollado por el señor **ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE** con C.I. **0104816151**, ha sido revisado, aprobado y autorizado para su presentación.

Azogues, 11 de octubre de 2021



**ING. GOETHE EMMANUEL PALOMEQUE LARRIVA
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Dedicatoria

Dedico esta tesis a los pilares fundamentales de mi vida, mis padres. A mi madre Dianita Aidé Almache, quien me dio la vida y ha sabido guiarme con su cariño y amor incondicional, ya que con su ejemplo y valentía me ha enseñado que la perseverancia y el trabajo duro es fundamental para cumplir con todas las metas que me he trazado a lo largo de la vida.

Mi padre, Miguel Ruperto Criollo, quien siempre me ha dado su apoyo incondicional y a pesar de la distancia, nunca dejo de creer en mí y me aconsejo que, con constancia, perseverancia y mucho sacrificio podemos cumplir nuestras metas.

A mi hermana Génesis, quien siempre ha estado a mi lado y me ha sabido apoyar de una u otra forma, mis tías Galud, Nelba y Genoveva quienes han sido un impulso más para llegar a ser un profesional competente, responsable y útil para la sociedad.

Agradecimiento

A Dios por ser la guía que alumbra mi camino, por siempre bendecirme y permitirme llegar a esta instancia de mi vida, cumpliendo uno de los sueños más grandes que tengo y ser quien soy.

A mi familia que de una u otra forma han sido participes de todo este proceso académico y siempre han confiado en mí, que a pesar de cualquier adversidad nunca permitieron rendirme, impulsándome a seguir adelante y llegar a cumplir esta meta.

A todos y cada uno de los docentes de mi vida universitaria y a mi director de tesis, ya que he llegado a conocer a personas extraordinarias que me han formado y enriquecido en el ámbito personal y académico.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la eficiencia de depuración de las plantas de tratamiento de agua residual que fueron implementadas en las comunidades de María Auxiliadora y Quillopungo de la zona rural del cantón Azogues. Estos sistemas de tratamiento están compuestos por una fosa séptica y un filtro anaerobio, mismos que depuran el agua residual para evitar la contaminación que se generaría por la descarga de efluentes a un cuerpo receptor. El método de desarrollo consistió en realizar una encuesta sanitaria a la población servida, un análisis de la infraestructura de las plantas, aforo de los caudales de ingreso y descarga, así como la evaluación de la eficiencia de depuración por medio de la caracterización del agua, identificando el nivel de concentración de contaminantes presentes en el agua residual y el cuerpo receptor para finalizar con la estimación de la capacidad de asimilación del río Biblicay luego del vertido del efluente. Identificando problemas como las limitaciones de la infraestructura con relación al diseño, además, determinando que la concentración de contaminantes en los parámetros analizados es alta y por ello el proceso de depuración es deficiente, generando que el nivel de autodepuración del agua del cuerpo receptor sea muy bajo y tarde demasiado en estabilizarse. Concluyendo así, que el tipo de efluente que descargan las plantas de tratamiento no contribuyen en beneficio del ambiente ni de los habitantes de la parroquia.

Palabras clave: Agua residual, cuerpo receptor, eficiencia, planta de tratamiento.

Abstract

ANDRES JOSUE CRIOLLO ALMACHE

The objective of this work was to analyze the purification efficiency of the wastewater treatment plants that were implemented in the communities of María Auxiliadora and Quillopungo in the rural part of the canton of Azogues. These treatment systems are composed of a septic tank and an anaerobic filter, which purifies the residual water to avoid the contamination that would be generated by the discharge of effluents to a receiving body. The development method consisted of conducting a health survey of the population served, an analysis of plant infrastructure, the capacity of the inflow and discharge flows, as well as the evaluation of the purification efficiency through the water characterization, identifying the level of concentration of contaminants in the wastewater and the receiving body to end with the estimation of the assimilation capacity of the Biblicay river after the effluent discharge. Identifying problems such as infrastructure limitations concerning design, in addition, determining that the concentration of contaminants in the analyzed parameters is high and therefore the purification process is deficient, generating that the level of self-purification of the water of the receiving body is very low and takes too long to stabilize. Thus, the type of effluent discharged by the treatment plants does not contribute to the benefit of the environment or the inhabitants of the Parish.

Keywords: wastewater, receiving body, efficiency, treatment plant

Azogues, 21 de octubre de 2021

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.



Abg. Liliana Urgilés Amoroso, Mgs.

COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES



www.ucacue.edu.ec

Tabla de Contenidos

Lista de tablas	xiii
Lista de ilustraciones.....	xv
Lista de gráficas	xv
Capítulo 1 ANTEPROYECTO.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1. Ubicación.....	4
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Justificación.....	7
Capítulo 2 MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Aguas Residuales	9
2.1.1. Aguas Residuales Domésticas	9
2.1.2. Aguas Residuales Industriales	10
2.2. Composición y Características	10
2.2.1. Características Físicas	10
2.2.2. Características Químicas	11
2.2.3. Características Biológicas.....	14
2.3. Tratamiento de Aguas Residuales.....	14
2.3.1. Tratamientos Preliminares	15
2.3.2. Tratamientos Primarios	16
2.3.3. Tratamientos Secundarios.....	17
2.3.3.1. Tratamiento aerobio	17

2.3.3.2. Tratamiento anaerobio.....	18
2.4. Plantas de Tratamiento para Pequeñas Comunidades.....	20
2.4.1. Caudal del Agua Residual	22
2.4.2. Unidades de Tratamiento.....	25
2.4.2.1. Rejilla de entrada	25
2.4.2.2. Tanque séptico	25
2.4.2.3. Filtro anaerobio.....	26
Capítulo 3 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	29
3.1. Información General sobre el Cantón Azogues.....	29
3.2. Plantas de Tratamiento de la Parroquia Luis Cordero	31
3.2.1. Ubicación e Identificación de las Plantas de Tratamiento.....	31
3.2.2. Descripción General de las P.T.A.R.....	32
3.2.2.1. Descripción del estado actual de las P.T.A.R.....	33
3.2.3. Información General del Área de Influencia	38
3.2.4. Medio Abiótico	39
3.2.5. Población	42
3.2.6. Actividad SocioEconómica.....	52
3.2.7. Servicios Públicos	59
3.2.8. Sistema de Riego.....	63
3.2.9. Infraestructura Sanitaria	64
3.2.9.1. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	64
3.2.9.2. Sistema de alcantarillado	65
3.2.9.3. Tratamiento de aguas residuales	77

Capítulo 4 MÉTODOS Y PROCESOS DE ESTUDIO	79
4.1. Metodología de Monitoreo	79
4.1.1. Materiales y Equipos Usados.....	80
4.1.2. Parámetros Medidos	82
4.1.3. Frecuencia de Monitoreo	82
4.1.4. Límites Permisibles Según la Normativa Vigente	83
4.1.5. Determinación de Carga Contaminante.....	83
4.1.6. Determinación de la Eficiencia de la Planta de Tratamiento.....	84
4.1.7. Diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residual	84
4.1.8. Capacidad de Autodepuración del Cuerpo Receptor	85
Capítulo 5 RESULTADOS OBTENIDOS.....	91
5.1. Planta de Tratamiento de la comunidad de María Auxiliadora	91
5.1.1. Medición de Caudal.....	91
5.1.1.1. Caudal teórico con base en la población actual	91
5.1.1.2. Caudal teórico con base en el período de diseño	91
5.1.1.3. Caudal real	94
5.1.2. Caracterización del agua residual.....	99
5.1.2.1. Determinación de las cargas contaminantes	99
5.1.2.2. Muestreo del agua residual	100
5.1.3. Diseños de la P.T.A.R. de la comunidad de María Auxiliadora.....	115
5.1.3.1. Diseño teórico con base en la población actual	116
5.1.3.2. Diseño teórico con base en el período de diseño de 20 años.....	117
5.1.3.3. Diseño real de la planta de tratamiento	119

5.2. Planta de Tratamiento de la comunidad de Quillopungo	120
5.2.1. Medición de Caudal.....	120
5.2.1.1. Caudal teórico con base en la población actual	120
5.2.1.2. Caudal teórico con base en el período de diseño	120
5.2.1.3. Caudal real	123
5.2.2. Caracterización del agua residual.....	128
5.2.2.1. Determinación de las cargas contaminantes	128
5.2.2.2. Muestreo del agua residual	129
5.2.3. Diseños de la P.T.A.R. de la comunidad de Quillopungo	144
5.2.3.1. Diseño teórico con base en la población actual	145
5.2.3.2. Diseño teórico con base en el período de diseño de 20 años.....	146
5.2.3.3. Diseño real de la planta de tratamiento	147
5.3. Estudio del Cuerpo Receptor o Río Bilibicay	148
5.3.1. Medición del caudal	148
5.3.2. Caracterización del agua del río Bilibicay	150
5.3.3. Capacidad de autodepuración del río Bilibicay	153
Capítulo 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
6.1. Conclusiones.....	161
6.1.1. Comunidad de María Auxiliadora.....	161
6.1.2. Comunidad de Quillopungo.....	162
6.2. Recomendaciones	163
6.3. Referencias Bibliográficas	164
6.4. Anexos.....	167

Lista de tablas

Tabla 1	Coordenadas (UTM WGS-84) de las plantas de tratamiento.	6
Tabla 2	Población del cantón Azogues.	29
Tabla 3	Coordenadas (UTM WGS-84) de la descarga final de efluente.	35
Tabla 4	Promedio de personas por vivienda de la comunidad de María Auxiliadora.	43
Tabla 5	Promedio de personas por vivienda de la comunidad de Quillopungo.	44
Tabla 6	Población servida de cada comunidad.	45
Tabla 7	Porcentaje de residencia en las viviendas de acuerdo al tiempo de ocupación.	46
Tabla 8	Tipo de ocupación de la edificación.	47
Tabla 9	Porcentaje de propietarios de la vivienda.	48
Tabla 10	Porcentaje de edificaciones según el número de pisos.	49
Tabla 11	Estado actual de la edificación.	49
Tabla 12	Porcentaje de las viviendas que tienen una higiene adecuada por parte de sus habitantes.	51
Tabla 13	Número de familias que habitan por vivienda.	52
Tabla 14	Porcentaje de personas mayor y menor a 18 años presentes en las viviendas.	53
Tabla 15	Ocupación de la madre de familia.	54
Tabla 16	Ocupación del padre de familia.	55
Tabla 17	Lugar de trabajo del padre de familia.	56
Tabla 18	Ocupación de los hijos.	57
Tabla 19	Porcentaje de habitantes que son propietarios de un vehículo.	58
Tabla 20	Porcentaje de tipo de uso que se le da al vehículo.	58
Tabla 21	Acceso a energía eléctrica.	59
Tabla 22	Porcentaje de acceso a los servicios de telefonía e internet.	60
Tabla 23	Porcentaje de personas que hacen uso del servicio del Subcentro de Salud.	62
Tabla 24	Recolección de desechos sólidos.	63
Tabla 25	Acceso al agua potable.	64
Tabla 26	Conexión a la red de alcantarillado.	66
Tabla 27	Porcentaje de la cantidad de inodoros en las viviendas.	67
Tabla 28	Porcentaje de inodoros conectados al alcantarillado.	68
Tabla 29	Ubicación de los inodoros en las viviendas.	69
Tabla 30	Porcentaje de viviendas que poseen fosa séptica.	69
Tabla 31	Porcentaje de lavamanos en el cuarto del baño.	70
Tabla 32	Porcentaje del número de lavamanos.	71
Tabla 33	Porcentaje de duchas en el cuarto del baño.	72
Tabla 34	Porcentaje del número de duchas.	73
Tabla 35	Porcentaje de sistema de agua caliente en las viviendas.	74
Tabla 36	Porcentaje de viviendas que poseen fregadero en la cocina.	75
Tabla 37	Porcentaje de utilización de lavadora de ropa.	76
Tabla 38	Opinión acerca del servicio de alcantarillado.	77
Tabla 39	Valores para las constantes de desoxigenación y reaireación.	90
Tabla 40	Método de crecimiento geométrico, María Auxiliadora.	92
Tabla 41	Método aritmético o crecimiento lineal, María Auxiliadora.	92
Tabla 42	Método de crecimiento exponencial, María Auxiliadora.	93
Tabla 43	Caudal promedio del agua residual.	94

Tabla 44 Resumen de resultados de aforos diarios de la P.T.A.R., María Auxiliadora.....	94
Tabla 45 Resumen de resultados de aforo de afluente y efluente de la planta de tratamiento, María Auxiliadora.	95
Tabla 46 Caudal máximo, medio y mínimo de la P.T.A.R. de María Auxiliadora.	98
Tabla 47 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluente, María Auxiliadora.	100
Tabla 48 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Efluente, María Auxiliadora.	102
Tabla 49 Demanda Química de Oxígeno del Afluente, María Auxiliadora.....	104
Tabla 50 Demanda Química de Oxígeno del Efluente, María Auxiliadora.	105
Tabla 51 Sólidos Suspendidos del Afluente, María Auxiliadora.....	107
Tabla 52 Sólidos Suspendidos del Efluente, María Auxiliadora.	108
Tabla 53 Valor promedio de DBO, DQO y SS presente en el agua residual.	110
Tabla 54 Dimensiones de la fosa séptica.....	116
Tabla 57 Dimensiones del filtro anaerobio.	116
Tabla 56 Dimensiones de la fosa séptica.....	118
Tabla 57 Dimensiones del filtro anaerobio.	118
Tabla 58 Método de crecimiento geométrico, Quillopungo.....	121
Tabla 59 Método aritmético o crecimiento lineal, Quillopungo.....	122
Tabla 60 Método de crecimiento exponencial, Quillopungo.	122
Tabla 61 Caudal promedio del agua residual.	123
Tabla 62 Resumen de resultados de aforos diarios de la P.T.A.R., Quillopungo.....	124
Tabla 63 Resumen de resultados de aforo de afluente y efluente de la planta de tratamiento, Quillopungo.	125
Tabla 64 Caudal máximo, medio y mínimo de la P.T.A.R. de Quillopungo.	126
Tabla 65 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluente, Quillopungo.	130
Tabla 66 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Efluente, Quillopungo.....	132
Tabla 67 Demanda Química de Oxígeno del Afluente, Quillopungo.....	133
Tabla 68 Demanda Química de Oxígeno del Efluente, Quillopungo.	135
Tabla 69 Sólidos Suspendidos del Afluente, Quillopungo.....	136
Tabla 70 Sólidos Suspendidos del Efluente, Quillopungo.	138
Tabla 71 Valor promedio de DBO, DQO y SS presente en el agua residual.	139
Tabla 72 Dimensiones de la fosa séptica.....	145
Tabla 73 Dimensiones del filtro anaerobio.	145
Tabla 74 Dimensiones de la fosa séptica.....	146
Tabla 75 Dimensiones del filtro anaerobio.	146
Tabla 76 Caudal y velocidad promedio del río Biblicay.....	149
Tabla 77 Resumen de resultados de aforos diarios del río Biblicay.	149
Tabla 78 Resumen de resultados de aforo del río Biblicay.	149
Tabla 79 Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Biblicay.....	151
Tabla 80 Demanda Química de Oxígeno del río Biblicay.	152
Tabla 81 Sólidos suspendidos en el río Biblicay.	153
Tabla 82 Resumen de parámetros necesarios del río Biblicay.	154
Tabla 83 Resumen de parámetros necesarios del efluente.	154
Tabla 84 Valor de las constantes de desoxigenación y reaireación.	156

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 División político-administrativa del cantón Azogues. Parroquia Luis Cordero.	5
Ilustración 2 Ubicación geográfica de las plantas a evaluar.....	6
Ilustración 3 Esquema del proceso de oxidación aerobia.....	18
Ilustración 4 Diagrama simplificado de la oxidación anaerobia.....	19
Ilustración 5 Tanque séptico típico.	26
Ilustración 6 Filtro anaerobio de flujo ascendente.....	27
Ilustración 7 Vía de acceso a las PTAR.	32
Ilustración 8 Estado actual de la PTAR ubicada en el sector de María Auxiliadora.	34
Ilustración 9 Estado de la rejilla de la PTAR ubicada en el sector de María Auxiliadora.	34
Ilustración 10 Descarga final del efluente de la PTAR ubicada en el sector de María Auxiliadora.	35
Ilustración 11 Estado actual de la PTAR ubicada en el sector Quillopungo.....	36
Ilustración 12 Estado de la rejilla de la PTAR ubicada en el sector de Quillopungo.	37
Ilustración 13 Caja de revisión de la PTAR ubicada en el sector de Quillopungo.....	37
Ilustración 14 Descarga final del efluente de la PTAR ubicada en el sector de Quillopungo.	38
Ilustración 15 Mapa de altitudes de la parroquia Luis Cordero (UTM WGS-84).....	40
Ilustración 16 Mapa geológico de la zona de estudio.	40
Ilustración 17 Perfil geológico de la parroquia Luis Cordero, CT-ÑV-E, escala a 1:100000.	41
Ilustración 18 Mapa hidrográfico de la parroquia Luis Cordero (UTM WGS-84).	42
Ilustración 19 Representación gráfica de la ecuación de déficit de oxígeno.....	86
Ilustración 20 Esquema de las características conocidas antes y después de la descarga.....	87
Ilustración 21 Esquema de planta de tratamiento según datos actuales.	117
Ilustración 22 Esquema de la planta de tratamiento según el período de diseño.	118
Ilustración 23 Esquema de la planta de tratamiento actual.	119
Ilustración 24 Esquema de planta de tratamiento según datos actuales.	145
Ilustración 25 Esquema de la planta de tratamiento según el período de diseño.	147
Ilustración 26 Esquema de la planta de tratamiento según los datos reales.	147

Lista de gráficas

Gráfica 1 Ocupación poblacional por rama de actividad.	30
Gráfica 2 Número de habitantes por vivienda de la comunidad de María Auxiliadora.....	44
Gráfica 3 Número de habitantes por vivienda de la comunidad de Quillopungo.....	45
Gráfica 4 Porcentaje de residencia en las viviendas de acuerdo al tiempo de ocupación.....	46
Gráfica 5 Tipo de ocupación de la edificación.	47
Gráfica 6 Porcentaje de propietarios de la vivienda.	48
Gráfica 7 Porcentaje de edificaciones según el número de pisos.	49
Gráfica 8 Estado actual de la edificación.	50
Gráfica 9 Porcentaje de las viviendas que tienen una higiene adecuada por parte de sus habitantes.	51
Gráfica 10 Número de familias que habitan por vivienda.....	52
Gráfica 11 Porcentaje de personas mayor y menor a 18 años presentes en las viviendas.	53
Gráfica 12 Ocupación de la madre de familia.	54
Gráfica 13 Ocupación del padre de familia.	55

Gráfica 14 Lugar de trabajo del padre de familia.	56
Gráfica 15 Ocupación de los hijos.	57
Gráfica 16 Porcentaje de habitantes que poseen un vehículo y su uso, perteneciente a la comunidad de María Auxiliadora.	58
Gráfica 17 Porcentaje de habitantes que poseen un vehículo y su uso, perteneciente a la comunidad de Quillopungo.	59
Gráfica 18 Acceso a energía eléctrica.	60
Gráfica 19 Porcentaje de acceso a telefonía e internet, perteneciente a la comunidad de María Auxiliadora.	61
Gráfica 20 Porcentaje de acceso a telefonía e internet, perteneciente a la comunidad de Quillopungo.	61
Gráfica 21 Porcentaje de personas que hacen uso del servicio del Subcentro de Salud.	62
Gráfica 22 Recolección de desechos sólidos.	63
Gráfica 23 Acceso al agua potable.	65
Gráfica 24 Conexión a la red de alcantarillado.	66
Gráfica 25 Porcentaje de la cantidad de inodoros en las viviendas.	67
Gráfica 26 Porcentaje de inodoros conectados al alcantarillado.	68
Gráfica 27 Ubicación de los escusados en las viviendas.	69
Gráfica 28 Porcentaje de viviendas que poseen fosa séptica.	70
Gráfica 29 Porcentaje de lavamanos en el cuarto del baño.	71
Gráfica 30 Porcentaje del número de lavamanos.	72
Gráfica 31 Porcentaje de duchas en el cuarto del baño.	73
Gráfica 32 Porcentaje del número de duchas.	73
Gráfica 33 Porcentaje de sistema de agua caliente en las viviendas.	74
Gráfica 34 Porcentaje de viviendas que poseen fregadero en la cocina.	75
Gráfica 35 Porcentaje de utilización de lavadora de ropa.	76
Gráfica 36 Opinión acerca del servicio de alcantarillado.	77
Gráfica 37 Proyección de la población de la comunidad de María Auxiliadora.	93
Gráfica 38 Resumen de resultados del aforo por hora de la P.T.A.R., María Auxiliadora.	96
Gráfica 39 Caudal de ingreso a la P.T.A.R., María Auxiliadora.	97
Gráfica 40 Caudal de salida de la P.T.A.R., María Auxiliadora.	97
Gráfica 41 DBO obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.	101
Gráfica 42 Valor promedio de la DBO del afluente.	102
Gráfica 43 DBO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.	103
Gráfica 44 Valor promedio de la DBO del efluente.	103
Gráfica 45 DQO obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.	104
Gráfica 46 Valor promedio de la DQO del afluente.	105
Gráfica 47 DQO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.	106
Gráfica 48 Valor promedio de la DQO del efluente.	106
Gráfica 49 SS obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.	107
Gráfica 50 Valor promedio de los SS del afluente.	108
Gráfica 51 SS obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.	109
Gráfica 52 Valor promedio de los SS del efluente.	109
Gráfica 53 Valor promedio de DBO presente en el agua residual.	110
Gráfica 54 Eficiencia de reducción de DBO.	111
Gráfica 55 Valor promedio de DQO presente en el agua residual.	111

Gráfica 56 Eficiencia de reducción de DQO.	112
Gráfica 57 Valor promedio de SS presente en el agua residual.	113
Gráfica 58 Eficiencia de eliminación de SS.	114
Gráfica 59 Proyección de la población de la comunidad de Quillopungo.	123
Gráfica 60 Resumen de resultados del aforo por hora de la P.T.A.R., Quillopungo.	126
Gráfica 61 Caudal de ingreso a la P.T.A.R., Quillopungo.	127
Gráfica 62 Caudal de salida de la P.T.A.R., Quillopungo.	127
Gráfica 63 DBO obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.	131
Gráfica 64 Valor promedio de la DBO del afluente.	131
Gráfica 65 DBO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.	132
Gráfica 66 Valor promedio de la DBO del efluente.	133
Gráfica 67 DQO obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.	134
Gráfica 68 Valor promedio de la DQO del afluente.	134
Gráfica 69 DQO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.	135
Gráfica 70 Valor promedio de la DQO del efluente.	136
Gráfica 71 SS obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.	137
Gráfica 72 Valor promedio de los SS del afluente.	137
Gráfica 73 SS obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.	138
Gráfica 74 Valor promedio de los SS del afluente.	139
Gráfica 75 Valor promedio de DBO presente en el agua residual.	140
Gráfica 76 Eficiencia de reducción de DBO.	141
Gráfica 77 Valor promedio de DQO presente en el agua residual.	141
Gráfica 78 Eficiencia de reducción de DQO.	142
Gráfica 79 Valor promedio de SS presente en el agua residual.	142
Gráfica 80 Eficiencia de eliminación de SS.	143
Gráfica 81 Caudal del río Biblicay.	150
Gráfica 82 Valor promedio de la DBO en el río Biblicay.	151
Gráfica 83 Valor promedio de la DQO en el río Biblicay.	152
Gráfica 84 Valor promedio de los SS en el río Biblicay.	153
Gráfica 85 Curva de déficit de oxígeno, según el tiempo para el cual alcanza el punto crítico. .	158
Gráfica 86 Curva de déficit de oxígeno, distancia al punto crítico.	158

Capítulo 1

ANTEPROYECTO

1.1. Introducción

El incremento de la demanda del líquido vital que existe actualmente se debe a las actividades que realiza la población y aumento demográfico que provoca gran producción de agua residual, que supera la capacidad depurativa de la naturaleza. Por ello, se ve la necesidad de crear e implementar sistemas que eliminen estos residuos por medio de nuevas técnicas sostenibles y que se sujeten a la actualidad de la economía del país.

El saneamiento es un aspecto importante que hoy en día es ignorado y desatendido, siendo un pilar fundamental para el desarrollo socioeconómico de la población y la protección medio ambiental, así como lo son la educación, la reducción de la mortalidad infantil, la pobreza; desarrollo que toda persona merece por derecho desde su nacimiento, mismos que deben ser garantizados (OMS, 2008).

En las zonas rurales del cantón Azogues, mediante la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del cantón Azogues, EMAPAL EP y el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar, disponen de sistemas de tratamiento de residuos líquidos, mismas que se componen por pozos o fosas sépticas, filtros anaerobios y en algunos casos de humedales, las cuales cumplen la función de tratar y depurar el agua, para luego de ello depositarlo en cuerpos de agua como quebradas o ríos, garantizando la protección ambiental.

Un sistema de depuración previene la contaminación que generaría la descarga de agua residual en un cuerpo receptor [1]. En un proyecto de diseño y construcción de un sistema de tratamiento se deben considerar varios criterios técnicos cuando esta sirve a una población

específica, criterios como: geomorfología del lugar, clima, demografía de la zona, características del afluente, tipo de cuerpo receptor, y de igual forma, la economía de las entidades estatales responsables de su construcción y adecuada operación, como señala Metcalf & Eddy [2].

Al evaluar un sistema para el tratamiento de aguas residuales se debe contemplar varios factores, como inspecciones de campo que permitan saber cuáles son las principales características socioeconómicas y físicas del área de afección, aforo de caudales del efluente y análisis de laboratorio del agua tratada. Con los aspectos a considerar antes mencionados, el presente trabajo pretende realizar una evaluación de dos plantas de tratamiento de agua residual existentes en zonas rurales de la parroquia Luis Cordero perteneciente al cantón Azogues, y de este modo determinar la eficiencia del funcionamiento de las mismas.

1.2. Antecedentes

Las comunidades han priorizado la purificación del agua, invirtiendo en nuevas técnicas de potabilización y distribución de este recurso, dejando en un segundo plano el tratamiento de aguas residuales, a pesar de ser necesarias en conjunto. Muchas poblaciones, aun subdesarrolladas, tienen infraestructura y una cobertura muy limitada para la depuración de líquidos residuales domésticos, mientras que otras tienen un bajo nivel de tecnología y/o no son compatibles con su entorno. Esto se debe a que es un problema urgente satisfacer la demanda de agua potable, y el daño al medio ambiente causado por los residuos generados [3].

La contaminación existente que se genera por el vertido del efluente tratado en un cuerpo receptor, según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, se debe a que los parámetros permisibles de vertido de agua residual depurada no cumplen con la cantidad y calidad que se deposita en el cuerpo de agua receptor, existiendo en el área de cobertura estudiada, Quillopungo y María Auxiliadora, quebradas muy pequeñas o casi

inexistentes por la estación del año. Según Metcalf & Eddy [2], un aspecto importante al realizar el estudio de un efluente es la capacidad de asimilar de un cuerpo receptor; generalmente se lo representa como la medida de materia orgánica que se puede descargar sin amenazar el oxígeno disuelto que se encuentra presente en el agua. Así mismo, es importante considerar que las autoridades encargadas del funcionamiento de los sistemas de tratamiento no disponen del personal u operadores correctamente capacitados que proporcionen un adecuado mantenimiento para su óptimo funcionamiento.

Conociendo que la agricultura y la ganadería es la principal actividad socioeconómica de la parroquia Luis Cordero, el crecimiento poblacional en el área sur del cantón Azogues está dado por un 2.5% según el G.A.D. Municipal de Azogues [4], y el trabajo que han venido cumpliendo los Gobiernos Autónomos Descentralizados (G.A.D.) provinciales, municipales y parroquiales en los proyectos de gestión de aguas residuales en la provincia del Cañar es conceder a pequeñas comunidades más oportunidades de desarrollo, en ambientes saludables, involucra que la contaminación de las quebradas afectaría de manera directa a los pobladores, es por este motivo que se impulsa la realización de esta investigación de titulación buscando todos y cada uno de los defectos que existen en el sistema.

Con base en lo expuesto anteriormente, se realizará un estudio de campo y escritorio, así como la recolección de información a la población perteneciente a las zonas de Quillopungo y María Auxiliadora, un monitoreo de caudales continuo considerando como un factor importante la época climática en la que se realice dicho seguimiento, de igual manera la evaluación de la planta de tratamiento con el análisis de los parámetros más significativos del efluente final como son los sólidos totales y sustancias orgánica degradables en función de la DQO y la DBO, ya que según el Ministerio del Medio Ambiente, se deberá regular los efluentes generados por medio de

un registro de caudales, tasa de descarga, tipo de depuración, estudios de laboratorio, disposición final e identificación del cuerpo receptor. Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados servirán para construir un modelo matemático de degradación de oxígeno para determinar la eficiencia del tratamiento dado al agua residual y la contaminación que se genera por el vertido del efluente tratado, y de esta manera comprobar que se cumpla con los requisitos mínimos de saneamiento de acuerdo con la legislación ecuatoriana, el cual se especifica en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULASMAMA), Libro IV, Anexo I. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

1.2.1. Ubicación

Las plantas de tratamiento a evaluar se encuentran ubicadas en la parroquia Luis Cordero, del cantón Azogues en la provincia del Cañar, con los siguientes límites territoriales:

- Con la parroquia Azogues limitando al norte y al oeste,
- Parroquia San Miguel limita al sur y,
- Limitando al este con el cantón Paute.

Como se indica en la Ilustración 1, se observa la ubicación de la parroquia Luis Cordero dentro de la división político-administrativo del cantón Azogues.

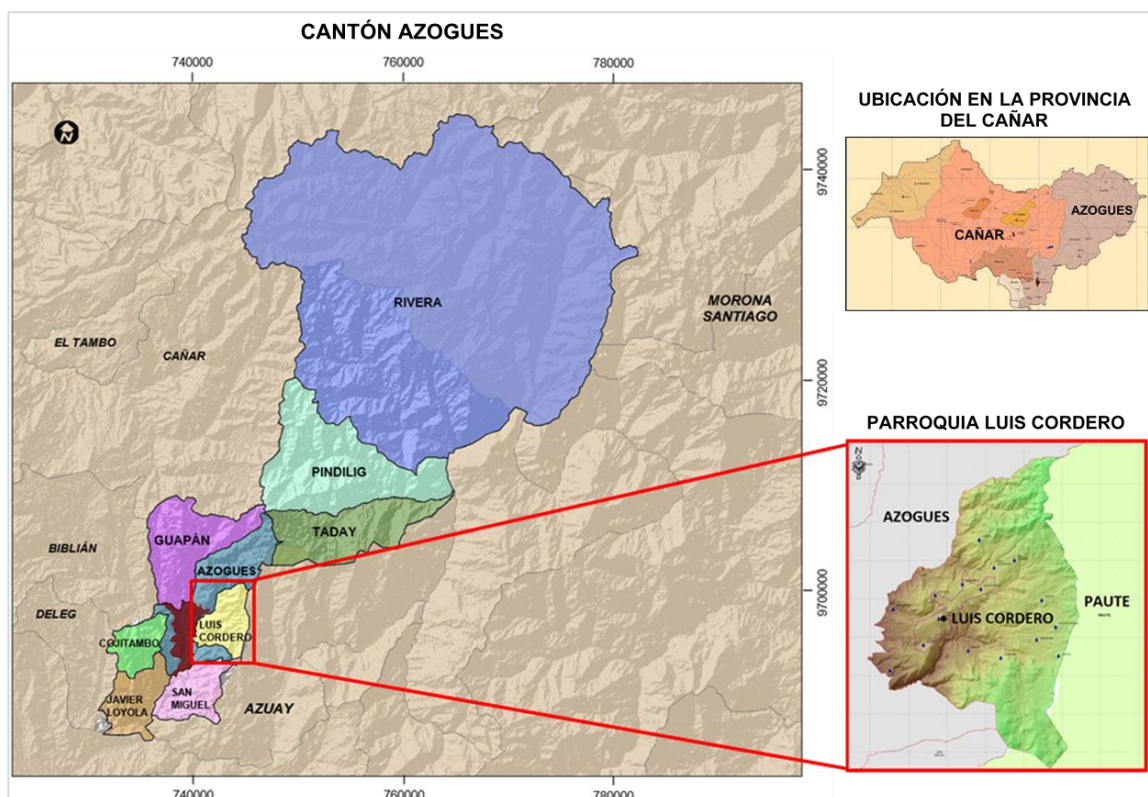


Ilustración 1 División político-administrativa del cantón Azogues. Parroquia Luis Cordero.

Fuente: Elaboración del autor.

La localización geográfica de las plantas de tratamiento de Quillopungo y María Auxiliadora, según el sistema coordenado UTM WGS-84, se especifica en la Tabla 1 e Ilustración 2, donde se muestra a mayor detalle la zona de estudio, identificando que se ubican a 1.172 y 2 km, respectivamente, del centro parroquial de Luis Cordero, en un sector rural del cantón Azogues.

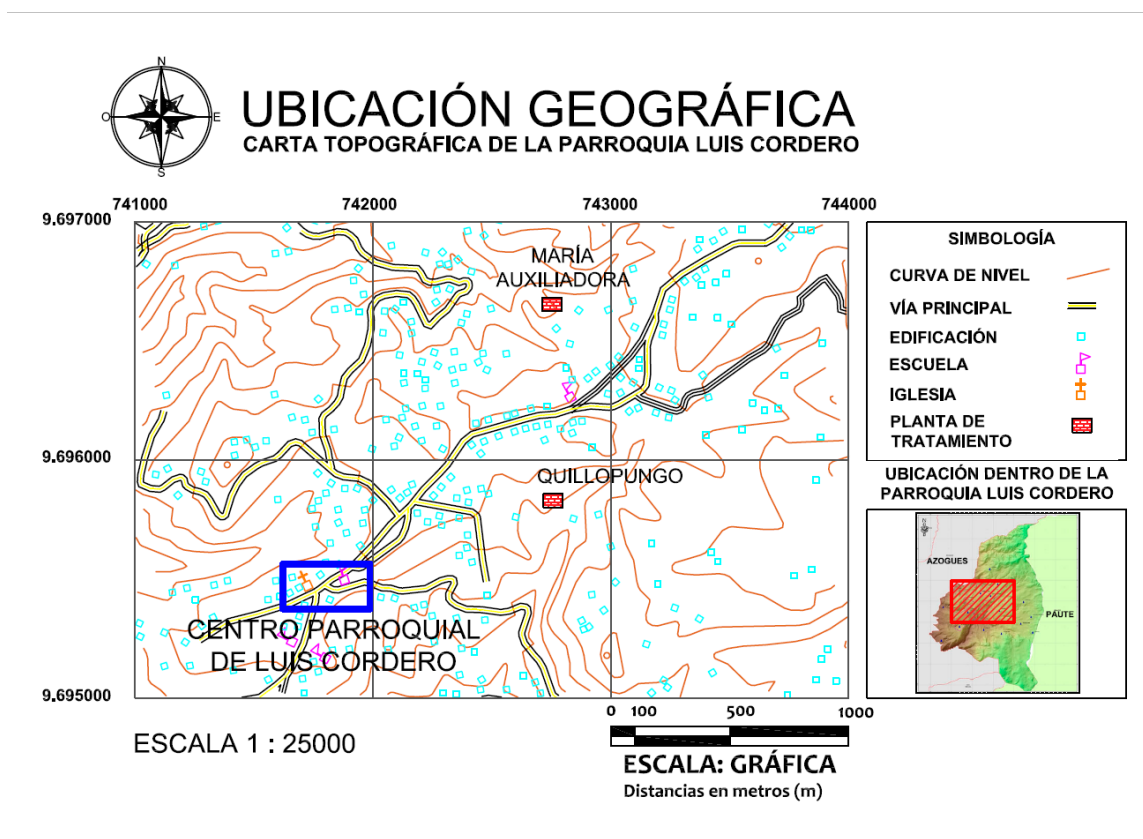


Ilustración 2 Ubicación geográfica de las plantas a evaluar.

Fuente: Tomado del I.G.M., Elaboración del autor.

Tabla 1 Coordenadas (UTM WGS-84) de las plantas de tratamiento.

Coordenadas		Norte	Este	Altura (m.s.n.m.)
Planta de tratamiento 1	María Auxiliadora	9697638.00	742788.00	2825
Planta de tratamiento 2	Quillopungo	9696892.00	742629.00	2816

Fuente: Elaboración del autor.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la eficiencia del tratamiento de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual implementadas en la parroquia Luis Cordero con un estudio del funcionamiento actual mediante una evaluación del tratamiento del efluente y un análisis de contaminación del cuerpo receptor;

con el fin de contribuir con la calidad de vida de los habitantes de los sectores de Quilopungo y María Auxiliadora.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones físicas en las que se encuentra la estructura civil de las plantas de tratamiento por medio de una inspección de campo y un análisis comparativo con los planos de diseño.
- Establecer el área de cobertura y los caudales sanitarios que abastecen las plantas de tratamiento mediante un levantamiento de información de la población servida.
- Estudiar el funcionamiento y eficiencia de las Plantas de Tratamiento mediante un análisis del efluente vertido en un laboratorio especializado y un modelo matemático de contaminación del cuerpo receptor.

1.4. Justificación

La importancia de la evaluación de las plantas de tratamiento radica en garantizar que los fluentes descargados se encuentren dentro de la normativa vigente para seguridad del medio ambiente, de manera que el cuerpo receptor no resulte afectado [2]. Tomando en consideración la facilidad que existe por parte de las entidades encargadas de la operatividad, para el acceso a información necesaria, como son los estudios de diseño del proyecto original; las condiciones actuales de las plantas de tratamiento, ya que su ubicación y accesibilidad son elementos que permiten realizar un correcto monitoreo y toma de muestras de agua. Un laboratorio especializado disponible por parte de la universidad con la guía de profesionales correctamente certificados y con el seguimiento de métodos normalizados de análisis, implantando buenas prácticas de laboratorio, de este modo, será posible conocer la capacidad de asimilación del cuerpo receptor, además los resultados obtenidos pueden ser tomados como referencia para aplicar estos estudios

en otras plantas de tratamiento de similares características de diferentes zonas y de igual manera permitirá para futuras investigaciones medir el impacto ambiental que se genera por el vertido del efluente.

Conociendo que gran parte de la población de las zonas de estudio, generan sus ingresos mediante las actividades de agricultura y ganadería, productos que serían afectados de forma directa por una posible contaminación que se pueda generar en el cuerpo receptor donde se vierte el efluente tratado; mediante la realización de este trabajo se espera que los pobladores garanticen realizar sus actividades de una manera segura.

Cada uno de los aspectos antes mencionados, así como la disponibilidad de recursos académicos, técnicos, económicos, y considerando que instituciones como EMAPAL EP y el GAD Parroquial de Luis Cordero, no realizan controles necesarios de contaminación por el vertido del efluente, son factores importantes que proporcionan la viabilidad para desarrollar el trabajo del análisis integral del proceso de saneamiento de las plantas de tratamiento, aportando al progreso social de la parroquia Luis Cordero.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Aguas Residuales

El Ministerio del Ambiente [5] define como el conjunto de aguas procedentes de las descargas de la actividad humana, tanto domésticas, comerciales e industriales, sufriendo una degradación de su estado natural.

que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Según Tilley et al [6] es el agua usada de cualquier combinación de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, escurrimiento superficial o aguas pluviales y cualquier alcantarilla de afluencia o infiltración.

El agua residual contiene sólidos en suspensión generando líquidos turbios. Cuando están frescas, son grises con un olor a moho, Hay varias sustancias que flotan en ellas: heces, comida, basura y otros tipos de residuos que son generados por la actividad humana. Con el tiempo, el color puede ser gris o negro, produciendo malos olores; y generando la presencia de sólidos negros que flotan en la superficie del líquido.

2.1.1. Aguas Residuales Domésticas

Se denominan aguas residuales domésticas (A.R.D.) a los residuos líquidos originados en viviendas, establecimientos comerciales o institucionales. Lozano Rivas [7] las categoriza en:

- Aguas negras. – son aquellas provienen del inodoro, transportando heces y orina.
- Aguas grises. – son las aguas que provienen de las duchas, lavaplatos, lavamanos, lavadoras, es decir, agua jabonosa que pueden contener grasa.

2.1.2. Aguas Residuales Industriales

Son aquellas aguas que provienen de origen agrícola o pecuario, o de cualquier industria, negocio o taller que produzcan, transformen o manipulen recursos [7].

2.2. Composición y Características

Metcalf & Eddy [2] plantea que es necesario entender, que la naturaleza de los residuos líquidos es importante para la adecuada gestión del medio ambiente. Es complicado conocer todos los componentes y contaminantes de las aguas residuales, ya que siempre varían incluso conociendo la fuente del agua residual. Además, tampoco es económico efectuar los análisis de laboratorio de una muestra de agua para identificar todos sus constituyentes. Por ello, es más eficaz realizar el estudio de los contaminantes del agua residual a través de parámetros que representan los principales contaminantes presentes en el agua, caracterizándose por su composición biológica, física y química [8]. En la Tabla 7.3 de Metcalf & Eddy [9] se indican los datos típicos de la concentración de los constituyentes presentes en los residuos líquidos.

2.2.1. Características Físicas

Según Metcalf & Eddy [2] las características físicas del agua residual más comunes son el color, olor y temperatura y las más importantes son el contenido total de sólidos, comprendida por la materia suspendida, sedimentable, coloidal y la disuelta.

Analíticamente, los sólidos totales se definen como la sustancia residual obtenida de la evaporación del agua expuesta a temperaturas de 103° a 105°C [2]. Se clasifican según su tamaño o presentación como:

- Sólidos suspendidos: materia o partículas flotantes de restos animales, vegetales, basura, entre otros, así como partículas que son notorias a primera vista que, pueden separarse por medios físicos sencillos del líquido. Entre los sólidos en suspensión se

pueden identificar los sólidos que se sedimentan en el fondo del receptor por efecto de la gravedad, siendo la cantidad aproximada de lodo eliminado por el proceso de la sedimentación [9].

- **Sólidos filtrables:** Consta de coloides y sólidos disueltos que están compuestos por partículas de un tamaño de 10^{-3} a 1 micra. Siendo nula su eliminación por sedimentación. Los sólidos disueltos están compuestos por iones disueltos en el agua y moléculas orgánicas e inorgánicas. Generalmente para eliminar estas partículas en suspensión es necesario la coagulación previa a la sedimentación [9].

2.2.2. Características Químicas

Las características químicas se deben fundamentalmente a los desechos que constituye el agua residual.

Materia Orgánica.

La materia orgánica, constituida por proteínas, aceites, carbohidratos, grasas presentes en los residuos alimenticios, desechos humanos, orina y detergentes. Contaminantes que se degradan por microorganismos que se encuentran en el agua, favoreciendo su crecimiento los nutrientes y la temperatura en la que se encuentra el agua residual [10]. Un elemento importante presente en los residuos líquidos es la úrea, que es el principal componente de la orina. Debido a su rápida descomposición, la úrea rara vez se encuentra en las aguas residuales que no se hayan generado recientemente [11].

Metcalf & Eddy [9] menciona que existen cantidades pequeñas de moléculas orgánicas sintéticas como pesticidas y agentes tensoactivos en los residuos líquidos que son utilizados en la agricultura.

Medida del contenido orgánico.

A lo largo del tiempo se han venido desarrollando varios tipos de ensayos para identificar el contenido orgánico presente en el agua residual; las pruebas más relevantes que se utilizan actualmente son:

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):** actualmente el parámetro más utilizado para estudios de contaminación orgánica en residuos líquidos y agua superficial es la DBO determinada a los 5 días. Rivas Mijares [12] definió la DBO como la cantidad de oxígeno que se requiere para que vivan los microorganismos que se encargan de bioestabilizar la materia orgánica por medio del metabolismo del medio aerobio. En la gestión técnica la DBO es un parámetro importante para de la calidad del agua residual, ya que sirve para medir la eficacia de tratamientos de depuración y control de cumplimiento de límites de descarga [2].
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** generalmente es utilizado para cuantificar el oxígeno semejante a sustancias orgánicas oxidables, por medio de oxidantes como el dicromato de potasio, en medios ácidos y que se exponen a altas temperaturas. En algunos casos ciertos componentes orgánicos son más resistentes y se requieren de catalizadores para su oxidación, este proceso puede llevarse a cabo en solo tres horas [2].

Romero Rojas [13] considera que existen varios aspectos que alteran los ensayos, provocando que la DBO y DQO no puedan representar de una forma adecuada los resultados de la demanda de oxígeno que necesita la materia orgánica para su oxidación. Por lo general se espera que la DBO última sea igual a la DQO, cuando esto no ocurre se puede deber a los siguientes factores:

- Muchos compuestos orgánicos no son oxidables biológicamente que si reaccionan al utilizar el dicromato de potasio.
- Compuestos inorgánicos como los sulfuros por ejemplo se oxidan por el dicromato resultando con una DQO inorgánica.
- Cuando las simientes bacteriales que se utilizan no se encuentran correctamente conservadas, generan un error en la DBO.
- Piridina e hidrocarburos aromáticos no pueden ser oxidados por el dicromato de potasio.
- El tiempo de digestión de la DBO depende de las dos horas que lleva el reflujo [13].

Generalmente, cuando la relación que se establece entre la DBO y DQO de un líquido residual es mayor a la unidad, quiere decir que la materia orgánica es resistente a la degradación biológica cuando se emplea el dicromato. Al mantenerse constante esta relación y cumpliendo criterios permisibles, puede servir para el cálculo de un dato aproximado de la DBO presente en un determinado líquido residual [12].

Materia Inorgánica.

Comprenden todos los sólidos que generalmente son minerales, como sales minerales no biodegradables, arcilla, arena y grava [9].

Gases.

Las aguas residuales poseen varios tipos de gases con diferente concentración por la descomposición de la materia orgánica, uno de los más relevantes es el:

- Oxígeno disuelto: siendo el gas más importante, ya que se consume por actividades biológicas y químicas. El porcentaje de oxígeno disuelto presente el agua residual se

debe a factores como la pureza del agua (sólidos suspendidos, etc.), la solubilidad del gas, la temperatura, la presión parcial del gas en la atmósfera, [2].

2.2.3. Características Biológicas

Uno de los problemas que se presentan en la gestión de la calidad del agua es como depurar el agua residual de cualquier procedencia, de manera que los efluentes que se generan no ayuden a la proliferación de plantas acuáticas [9]. Además, las características biológicas son muy importantes para controlar las enfermedades que pueden ser ocasionadas por bacterias, organismos patógenos de procedencia humana y otros organismos que se encuentren en el proceso de descomposición y estabilización de las sustancias orgánicas que se encuentren en el medio ambiente o en sistemas de depuración de agua residual [13].

2.3. Tratamiento de Aguas Residuales

Metcalf & Eddy [2] indica que las aguas residuales que generan ciudades y comunidades deben ser transportadas y descargadas a un cuerpo receptor, como un río o al mismo terreno. Uno de los factores a tomar en cuenta cuando se realiza el vertido es que no exceda la capacidad de auto purificación del medio receptor, para evitar efectos básicos que causan el deterioro de la calidad. Primero, se debe determinar el nivel de eliminación de contaminantes, es decir, que el agua residual debe tener un tratamiento de depuración antes de que se reutilice o se descargue al medio ambiente. A partir de este momento, con base en criterios fundamentales, se puede establecer un sistema con diferentes procesos y operaciones, necesarios para lograr un adecuado nivel de tratamiento.

Las tecnologías de tratamiento de residuos líquidos son diferentes, y la elección más adecuada depende de factores técnicos, ambientales y socioeconómicos. El objetivo de todos estos tratamientos es de depurar las aguas residuales, y su propósito específico está relacionado con el

saneamiento y la protección del medio ambiente. Estos tratamientos se dividen en: preliminares, primarios, secundarios, terciarios o desinfección y avanzado. La implementación de todos los tipos de tratamiento no es obligatoria para una planta, y eso se debe principalmente a la calidad del agua residual cruda y límites permisibles de contaminantes presentes que describen las regulaciones ambientales [13].

2.3.1. Tratamientos Preliminares

Como indica von Sperling [8], este se sitúa en la cabecera del sistema y es un procedimiento que consiste en la eliminación de sólidos gruesos de tamaño considerable que son arrastrados en el agua residual por medio de mecanismos físicos. Estos tipos de sólidos pueden ser abrasivos para los dispositivos de limpieza posteriores, generando estancaciones de bombeo, etc. Los dispositivos típicos para el tratamiento preliminar son los vertederos, rejillas, desarenadores, transiciones hidráulicas, etc.

- Vertederos: su funcionamiento consiste en controlar el paso del caudal a los tratamientos posteriores de la planta de tratamiento, con el uso de aliviaderos que descarga de forma directa el exceso de agua que proviene de las lluvias [8].
- Cribado: esta operación consiste en separar el material sólido grueso del agua, por medio del paso del agua en una rejilla. Para la depuración de agua residual es común utilizar rejillas principalmente de varillas de acero gruesas. Habitualmente el modo de limpieza de las cribas o rejillas es manual o mecánica. La tubería o canal que transporta el agua residual debe ser horizontal y perpendicular a la criba, para que se distribuya de forma uniforme los sólidos que retiene [13].

2.3.2. Tratamientos Primarios

El principal objetivo tratamiento primario consiste en eliminar los contaminantes como sólidos sedimentables, sólido suspendidos con mecanismos de sedimentación, y algunos otros contaminantes que pueden flotar como los aceites o las grasas presentes en los residuos líquidos. Básicamente este procedimiento consiste en llenar de forma lenta y continua a tanques rectangulares o circulares de agua residual, de tal forma, que los sólidos con mayor densidad se sedimenten y los de menor densidad que el agua floten [9].

Sedimentación primaria.

Después del tratamiento preliminar, las aguas residuales aún contienen sólidos suspendidos no gruesos, que se pueden eliminar parcialmente en los sistemas de sedimentación. En el tratamiento primario, los sólidos suspendidos pueden ser orgánicos, reduciendo la DBO y formando un lodo que al momento de ser retirado de los reactores necesita de un procedimiento de secado y/o estabilización. Para mejorar la eficiencia del tratamiento primario, se pueden usar un coagulante y polímero que estimula la formación de gránulos sedimentables, que produce la disminución de la DBO y el aumento de la cantidad de lodo a eliminar [8].

Tanque de decantación primaria

Siempre que el agua residual se encuentra en reposo y contiene sólidos en suspensión, si tienen menor peso específico al del líquido tienden a subir, mientras que los sólidos con un peso específico mayor se depositan en el fondo del reactor. Estos tanques se emplean como un paso previo al tratamiento secundario ya que presentan un grado importante de depuración, siendo capaz de eliminar sólidos sedimentables que pueden formar depósitos de lodo en el cuerpo receptor [2].

2.3.3. Tratamientos Secundarios

Metcalf & Eddy [2] manifiestan que el tratamiento secundario está dirigido principalmente a eliminar los compuestos biodegradables y los sólidos en suspensión por medio de métodos convencionales, tratamientos biológicos y puede incluir hasta la desinfección. Los procesos secundarios se conciben de tal manera que aceleran el mecanismo de depuración que ocurre naturalmente en el cuerpo receptor. Por lo tanto, la degradación de contaminantes orgánicos se completa bajo condiciones controladas de reacciones bioquímicas realizadas por microorganismos, en un lapso más corto de tiempo que el de los sistemas naturales [8].

Como plantea von Sperling [8], la interacción que existe entre las sustancias orgánicas y los microorganismos es la base del proceso biológico, donde esta materia orgánica se transforma en dióxido de carbono, materia celular y agua, para llegar a esta descomposición biológica el oxígeno es el componente principal, así como condiciones ambientales favorables como el pH o la temperatura.

2.3.3.1. Tratamiento aerobio

Romero Rojas [13] indica que el tratamiento aerobio es un proceso de respiración, donde el carbono, la materia orgánica e inorgánica es oxidada y el oxígeno reducido, así como los organismos que utilizan oxígeno libre son aceptadores de electrones.

Como señala Chernicharo [14], para que los microorganismos descompongan contaminantes orgánicos, estos necesitan de suficiente oxígeno molecular. La digestión aerobia generalmente requiere tecnología de aireación para proporcionar oxígeno molecular, lo que puede significar mayor inversión económica.

En este tratamiento, bajo condiciones ambientales apropiadas, por a la digestión aerobia que existe la materia orgánica aproximadamente del 50% al 60% es biomasa nueva y del 40% al 50%

se convierte en CO₂, por tanto, la cantidad acumulada de lodo es grande, y del 5% al 10% son materiales no degradables [14].

Aunque las reacciones que involucran el metabolismo microbiano son muy complejas, el proceso de oxidación aeróbica se puede representar en la Ilustración 3 que se muestra a continuación.

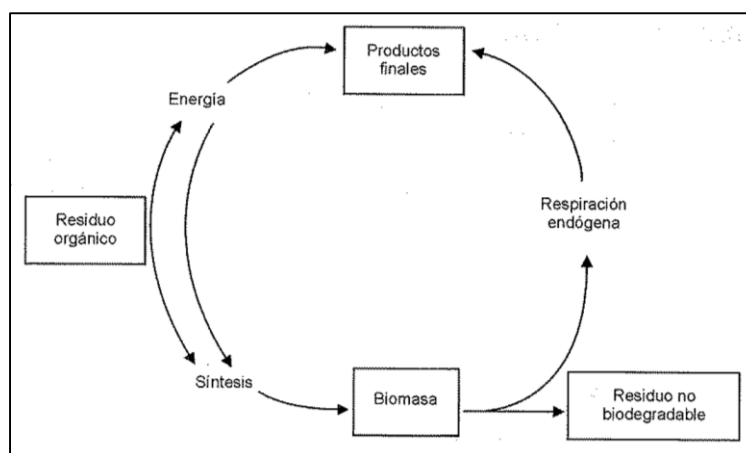


Ilustración 3 Esquema del proceso de oxidación aerobia.

Fuente: Tomado de Romero Rojas [13, p. 228].

2.3.3.2. Tratamiento anaerobio

Según Romero Rojas [13]; para que se desarrollen y vivan los organismos anaerobios, la energía que se requiere se produce por la oxidación o descomposición de los compuestos orgánicos que no poseen oxígeno libre. El proceso anaerobio genera menor energía que el aerobio ya que genera poca biomasa, esto se debe a que el catabolismo aerobio procede de sustancias descompuestas que siguen presentes en productos finales como el metano. Este proceso se representa esquemáticamente en la Ilustración 4.

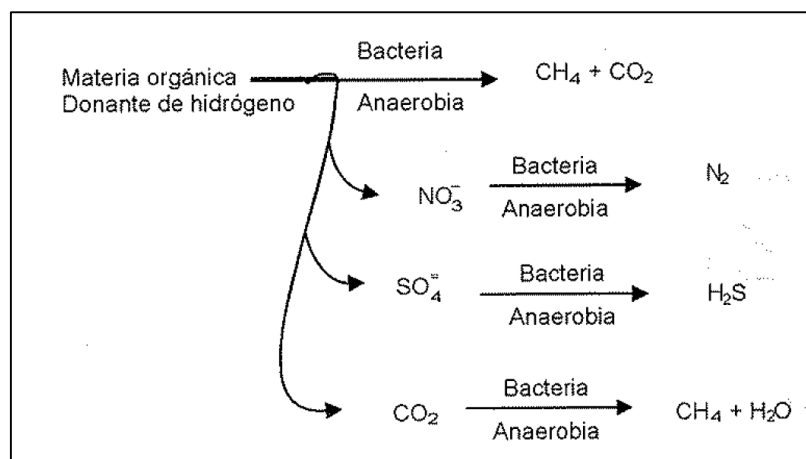


Ilustración 4 Diagrama simplificado de la oxidación anaerobia.

Fuente: Tomado de Romero Rojas [13, p. 233].

Los microorganismos descomponen la materia orgánica sin oxígeno molecular y nitrato, utilizando compuestos inorgánicos como el ion sulfato (SO_4^{2-}) o el dióxido de carbono (CO_2) como receptores de electrones.

Por lo general, son tratamientos económicos y en países tropicales han aumentado su utilización en los últimos años. Cuando se realiza un tratamiento anaerobio, un parámetro importante a considerar es la temperatura del agua residual, ya que, una temperatura inferior a 20°C significa que la actividad microbiana es baja, por lo que la eficiencia del tratamiento se ve disminuida [14].

Debido a la actividad microbiana en el sistema anaeróbico, del 70% al 90% de las sustancias orgánicas biodegradables se convierten en biogás, mientras, entre el 5% y 15% de materia orgánica se convierte en biomasa, generando exceso de lodos en el sistema. Generalmente este lodo es de mayor concentración que el generado en un proceso aerobio y solo entre el 10% y 30% se transformará en un material no degradable [14].

Como describe Metcalf & Eddy [2], el lodo primario y biológico generado por el proceso de digestión anaerobia, se transforma en dióxido de carbono y metano. Este procedimiento se

completa en un reactor cerrado en su totalidad. El lodo se introduce continua o intermitentemente en el reactor y se mantiene durante un tiempo variable, para así disminuir la cantidad de materia orgánica y patógenos, y de este modo no llega a pudrirse. Teniendo en cuenta que hay varios tipos de digestores anaeróbicos, los más comunes son los digestores de alta y baja carga o convencionales. En el procedimiento de digestión de baja carga, los materiales del tanque de digestión generalmente no se calientan ni mezclan, y el tiempo de residencia es de 30 a 60 días. Durante el procedimiento de digestión de alta carga, los materiales del tanque de digestión se calientan y mezclan completamente. El tiempo de retención puede ser hasta de 15 días [2]. La ventaja de este tipo de proceso es que, al existir una baja tasa de síntesis celular, existirá poca producción de lodos, pero al mismo tiempo un defecto que tiene es que para obtener un mayor grado de tratamiento requiere de altas temperaturas [13].

2.4. Plantas de Tratamiento para Pequeñas Comunidades

Las plantas de tratamiento, de forma general, son un conjunto de sistemas donde el agua residual es sometido a un proceso de depuración de sus características físicas, químicas y biológicas, a fin de eliminar la materia suspendida, las sustancias coloidales y, por último, las sustancias disueltas contenidas en el mismo. Su objetivo es alcanzar el grado de depuración establecido por los lineamientos actuales y que el efluente final tratado se pueda integrar correctamente con el cuerpo receptor y el medio ambiente, llegando a obtener de este modo el mejor rendimiento posible de adaptación.

Metcalf & Eddy [2] define las comunidades pequeñas aquellas con una población de 1000 habitantes o menos. Se conoce que solo el 0.7% de la capacidad total del tratamiento de aguas residuales sirven a estas comunidades, esto se debe a su propia situación geográfica y desarrollo. Tomando en consideración que las comunidades, al ser pequeñas, pueden llegar a presentar un

conjunto de problemas específicos, mismos que limitan el suministro de plantas de depuración de agua residual y abastecimiento de agua purificada. Dichos problemas se relacionan con:

Costos elevados por habitante

Las comunidades no suelen llegar a aprovechar la economía que genera una construcción de una planta de tratamiento ya que el costo por residente de una comunidad de menos de 1000 habitantes sería de 2 a 4 veces más alto en comparación al costo de construcción de un sistema para 100 000 habitantes [2].

Normativa de vertido estrictas

La normativa vigente que limita la descarga de residuos líquidos a un cuerpo receptor es la misma que para las comunidades grandes, por ello, las comunidades pequeñas se ven obligadas a proporcionar el mismo tratamiento de depuración. El inconveniente existente es que no pueden contar con los recursos económicos adecuados [2].

Limitaciones de Financiamiento

A criterio de Metcalf & Eddy [2], los problemas financieros a los que se enfrenta una comunidad pequeña pueden ser:

- Menor ingreso por vivienda: Generalmente los recursos económicos de la población que reside en zonas rurales son inferiores a los que viven en la zona urbana.
- Recaudación de impuestos por vivienda: La recaudación de los impuestos corresponden a las viviendas y pequeños negocios.
- Financiamiento: Es difícil para las comunidades pequeñas obtener créditos de financiamiento.

2.4.1. Caudal del Agua Residual

Para los diseños de las instalaciones hidrosanitarias de viviendas, urbanizaciones y pequeñas comunidades es necesario conocer el gasto del agua residual a tratar, ya que, son significativamente diferentes de los sistemas grandes. Metcalf & Eddy [2] menciona que, para la estimación de los caudales de agua residual, se la realiza en base a la población, y la contribución de desechos líquidos producida por cada habitante, considerando el tipo de nivel de servicio de abastecimiento de agua, establecidos en las Tabla 5.2 y la Tabla 5.3, de la Secretaría del Agua [15].

➤ Período de diseño

La Secretaría del Agua [15] indica que para realizar un proyecto de diseño disposición de desechos líquidos o de abastecimiento de agua potable, es necesario proyectar con un período mínimo de 20 años de vida útil.

➤ Estimación de población futura

La Secretaría del Agua [16] establece que para la estimación de la población futura a la que se piensa servir en un proyecto, esta se debe proyectar usando como mínimo tres métodos conocidos, estos pueden ser proyección geométrica, proyección lineal o aritmética y proyección de crecimiento exponencial, para establecer criterios comparativos que beneficien al proyecto.

➤ Caudal medio de aguas residuales

Secretaría del Agua [15] plantea que este caudal medio de aguas servidas (Q_m) se calcula en función de la población aportante (P) y la dotación de agua (D), afectado por el coeficiente de retorno (CR), como indica la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{CR * D * P}{86400} \quad \text{Ecuación 1}$$

➤ **Coefficiente de retorno**

El coeficiente de retorno es el porcentaje de agua consumida que vuelve al alcantarillado, según la norma este puede fluctuar entre el 65% y 85% [16].

➤ **Caudal máximo diario de aguas residuales**

La secretaría del Agua [15], indica que el caudal máximo diario (Q_{MD}) se determina con un factor de mayoración (M) por el caudal medio (Q_m), como establece la siguiente ecuación:

$$Q_{MD} = M * Q_m \quad \text{Ecuación 2}$$

➤ **Caudal máximo horario de aguas residuales**

El caudal máximo horario (Q_{MH}) es igual a el caudal máximo diario (Q_{MD}) ya obtenido por un factor de mayoración (M) [17], como indica la siguiente expresión:

$$Q_{MH} = Q_{MD} * M \quad \text{Ecuación 3}$$

➤ **Factor de mayoración**

La Secretaría del Agua [16] Este valor se determina con base en la población.

Para poblaciones menores a 1000 habitantes se utiliza con la fórmula de Babbitt [17]:

$$M = \frac{5}{P^{0.2}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

M= Factor de mayoración.

P = Población.

Para poblaciones mayores a 1000 habitantes se utiliza con la fórmula de Harmon [17]:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

M= Factor de mayoración.

P = Población.

➤ **Caudal de infiltración**

La Secretaría del Agua [16] indica que este caudal se produce ya que ingresa el agua de lluvias o freáticas a los sistemas de alcantarillado por las tapas de las cajas de revisión, conexiones deficientes, acometidas domiciliarias y juntas de las tuberías. Se expresa por metro lineal de tubería por un valor de infiltración que indica el Anexo 1. Determinando este caudal con la siguiente fórmula:

$$Q_{Inf} = I * L \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

I = Coeficiente de infiltración, producido por agua subterránea.

L = Longitud de la tubería.

➤ **Caudal de aguas de lluvia o ilícitas**

Este caudal se genera debido a que la escorrentía pluvial ingresa por medio de las conexiones domiciliarias al alcantarillado, generando aportes no previstos [16]. Se determina por la siguiente fórmula:

$$Q_e = \frac{80 * P}{86400} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

Q_e = Caudal de aguas de lluvia o ilícitas.

P = Población.

➤ **Caudal de diseño**

Este caudal se determina por a la sumatoria del caudal máximo horario (Q_{MH}), caudal de infiltración (Q_{inf}) y caudal de agua de lluvia (Q_e) [17], como se indica en la siguiente expresión.

$$Q_d = Q_{MH} + Q_{Inf} + Q_e \quad \text{Ecuación 8}$$

2.4.2. Unidades de Tratamiento

El tratamiento de agua residual tiene como principal objetivo el de mitigar el impacto ambiental que se podría generar en el cuerpo receptor por el vertimiento directo del efluente sin un previo tratamiento, con la ayuda de diferentes estructuras y sistemas de depuración.

2.4.2.1. *Rejilla de entrada*

Las rejillas se utilizan por lo general para proteger tuberías, válvulas y otros componentes, para así evitar daños y atascos causados por residuos o basura como trapos o palos. Como el equipo de uso común es la rejilla, el agua circula a través de esta, hecha de varillas metálicas de 6 mm o más, dispuestas en paralelo con un espacio de 10 a 100 mm. Según el método de limpieza, se dividen en: manual o mecánica. Las rejillas de limpieza manual se utilizan a menudo en pequeñas plantas de tratamiento. Los sólidos eliminados por el cribado se colocan en el lecho de secado del lodo para su deshidratación [18].

2.4.2.2. *Tanque séptico*

Como indica Romero Rojas [13], el tanque séptico se caracteriza de otros tipos de tratamientos, ya que dentro del tanque se lleva a cabo la sedimentación y la digestión, facilitando su diseño y construcción, como indica la Ilustración 5, puesto que una o varias fosas sépticas pueden ser dispuestas en serie para la sedimentación de sólidos. El tanque séptico cumple la función de acondicionar los residuos líquidos para su posterior descarga en el cuerpo de agua receptor. Un objetivo principal de la fosa séptica es el de crear una situación de estabilidad hidráulica, permitiendo que las partículas más densas se sedimenten por gravedad, donde la eficacia del proceso está en función de los dispositivos de ingreso y descarga, tiempo de retención hidráulica y limpieza de lodos periódicamente [19].

Romero Rojas [13] plantea que un tanque séptico puede llegar a tener una remoción aproximada en la DBO del 30% al 50%, grasas y aceites un 70% a 80% y sólidos suspendidos de un 50% a 70%.

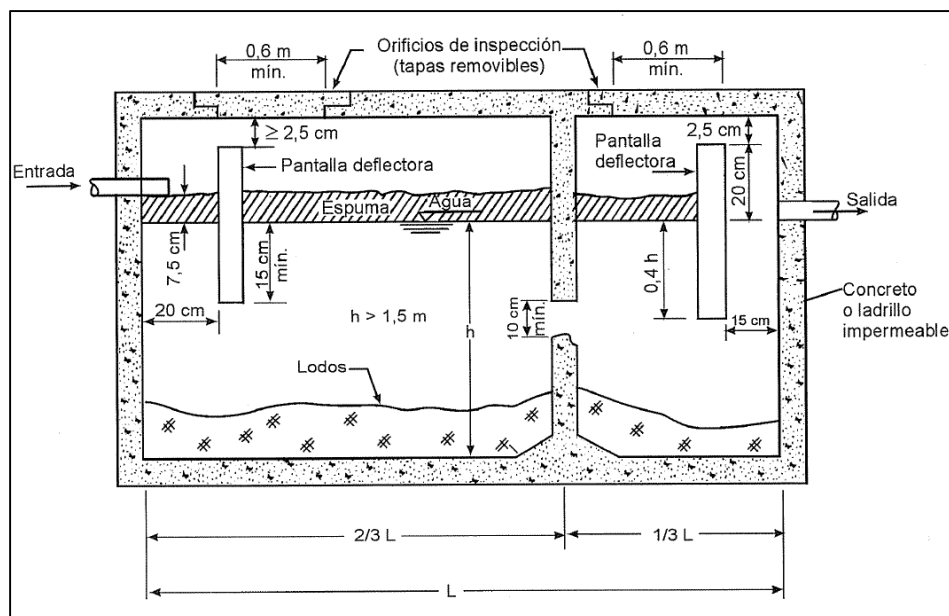


Ilustración 5 Tanque séptico típico.

Fuente: Tomado de Romero Rojas [13]

2.4.2.3. Filtro anaerobio

El filtro anaerobio trata el agua residual reteniendo la materia carbonosa utilizando un conjunto de medios sólidos. Los residuos líquidos entran en contacto con el medio donde se encuentran bacterias anaerobias por el flujo ascendente del agua. Por cuanto las bacterias se adhieren al medio y no son eliminadas por el flujo del agua, el tiempo promedio de retención celular es de cien días. De esta manera, el filtro anaeróbico puede usarse a temperatura ambiente para tratar residuos de baja concentración [2]. Estos filtros pueden ser implementados en comunidades rurales o pequeñas ya que sirven como un tanque que iguala los caudales, es recomendable que se utilice como un post tratamiento para estabilizar a todo el sistema de

depuración y en ocasiones pueden generar posibles taponamientos en los espacios internos por donde fluye el agua residual, formando cortos circuitos hidráulicos. [14].

Dimensionamiento y diseño

Para el dimensionamiento del filtro anaerobio, la Asociación Brasileña de Normas Técnicas [20] recomienda que la altura óptima del lecho filtrante incluida la altura del fondo falso debe limitarse a 1.20 m, donde la altura del fondo falso no debe superar los 0.60 m incluido el espesor de la losa. Romero Rojas [13] indica que es general el uso de un lecho filtrante de 40 cm y grava pequeña de 12 a 18 mm, la capa superior tiene un espesor de 10 cm con arena gruesa y grava fina con un espesor de 3 a 6 mm. En condiciones de funcionamiento normales, la pérdida hidráulica en el filtro es de 3 a 15 cm. En la siguiente ilustración se describe como está constituido un filtro anaerobio.

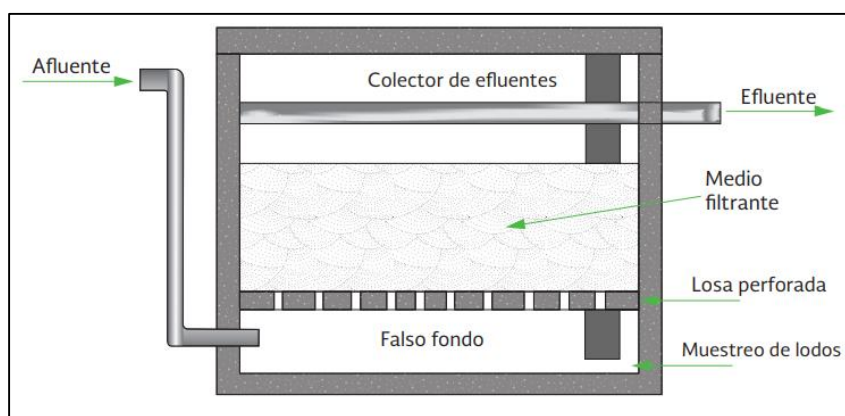


Ilustración 6 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

Fuente: Tomado de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [21]

En estas condiciones, se puede esperar que la tasa de eliminación de DBO alcance entre el 40% y el 75%, DQO entre los valores de 40% a 70% y sólidos suspendidos del 60% a 90% de remoción [20].

Funcionamiento

Es beneficioso que el reactor cuente con una materia de soporte en su interior para generar mayor tiempo de retención de sólidos permitiendo una mejor adherencia y adaptación de la biomasa al medio y de esta forma acelera el proceso de arranque de los sistemas [14].

Los residuos líquidos ingresan al sistema y se dispersa a lo largo de todo el tanque y el lecho de materiales inertes. En un cierto tiempo de retención hidráulica, entra en contacto con los microorganismos purificados presentes en las sustancias biológicas presentes en el sistema. El material de filtro del reactor no solo sirve como soporte para la biopelícula formada en el reactor, sino que también separa las sustancias sólidas del gas y el líquido, evitando el lavado sólido; permitiendo que el lodo se acumule dentro del reactor y se libere biogás. Pueden incluirse otros tipos de estructuras complementarias para aumentar el funcionamiento del filtro, por ejemplo: cámaras de entrada y salida para estandarizar los fluidos, pantallas deflectoras para facilitar la circulación correcta del fluido, drenaje inferior y una base con pendiente adecuada y de esta manera que se evacue el lodo acumulado [14].

El funcionamiento correcto del sistema de filtro anaerobio está sujeto a la selección de criterios técnicos apropiados para el diseño, planificación, cumplimiento de los planes periódicos de mantenimiento y correcta operabilidad. Mediante un trabajo eficiente, el efluente del filtro es agua bastante clara y la concentración de sustancias orgánicas es baja. La ventaja de estos reactores como tratamiento secundario, es que reducen la posibilidad de colmatación del lecho del filtro, por lo que se pueden hacer su respectiva limpieza en períodos de tiempo más largos [14].

Capítulo 3

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1. Información General sobre el Cantón Azogues

El cantón Azogues se encuentra ubicado en la zona austral, al sur del Ecuador, en el callejón interandino dentro de la cuenca del río Paute, limitando:

- Al norte con el cantón Alausí,
- Con los cantones Cuenca y Paute por el sur,
- El este con el cantón Sevilla de Oro y,
- Con los cantones Cañar, Biblián y Déleg, por el oeste.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (I.N.E.C.), en el censo realizado el 2010, cuenta con nueve parroquias y representa el 19.5% del territorio de la provincia del Cañar con un área aproximada de 613 km²; posee 70064 habitantes, donde la población rural representa un 51.69% y la urbana un 48.31% del total de pobladores en el cantón como se observa en la Tabla 2. La principal actividad económica que generan ingresos de la población del cantón es la agricultura y ganadería, señala el I.N.E.C. en la Gráfica 1.

Tabla 2 Población del cantón Azogues.

<i>Distribución de la población en el cantón Azogues</i>		
Urbana	33841	48.31%
Rural	36223	51.69%
Total	70064	100%

Fuente: Tomado del I.N.E.C., Censo de población y vivienda 2010.



Gráfica 1 Ocupación poblacional por rama de actividad.

Fuente: Tomado del I.N.E.C., Censo de población y vivienda 2010.

El cantón posee características notables en su medio físico, por la región del país en el que se encuentra, mismas que se describen a continuación:

- El clima en el territorio cantonal varía según el piso altitudinal, con una temperatura que varía entre los 12° y 18°C en las parroquias Azogues, Luis Cordero, San Miguel de Porotos, Javier Loyola, Cojitambo y Guapán, mientras la temperatura más baja se presenta en las parroquias orientales de Rivera, Taday y Pindilig, con temperaturas mensuales que oscilan entre 8° y 12°C [4].
- Presenta una topografía irregular con predominio de pendientes pronunciadas y áreas de vegetación y bosques. Las variables hidrometeorológicas señalan que la zona nororiental es la de mayor precipitación, a comparación con la zona sur occidental la cual es de menor precipitación [4].
- La geología de la zona está conformada por las formaciones sedimentarias de la cuenca de Cuenca de edad terciaria-neógena que son de gran importancia por su comportamiento físico-mecánico. Afloran alrededor de las terrazas aluviales

sucedándose por edad las formaciones o miembros: Biblián, Loyola, Azogues, Guapán, Mangán, Turi y Santa Rosa. Los estratos de mayor competencia son los conglomerados y areniscas compactas que componen mayormente las formaciones Azogues, Turi y Santa Rosa y los estratos de menor competencia son las lutitas, limolitas y argilitas que constituyen mayormente las formaciones Biblián, Loyola, Guapán y Mangán, responsables de los principales terrenos inestables [4].

3.2. Plantas de Tratamiento de la Parroquia Luis Cordero

Para el estudio de la zona de afección; se realiza una caracterización de los aspectos y factores más importantes que pueden llegar a influir de manera directa o indirecta el correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.).

3.2.1. Ubicación e Identificación de las Plantas de Tratamiento

La ubicación de los sistemas depuradores se encuentra en la sección 1.2.1. Cada una de las plantas de tratamiento de Quillopungo y María Auxiliadora tiene acceso vehicular y para llegar a estas se toma la vía principal a Leonán como se indica en la Ilustración 7.

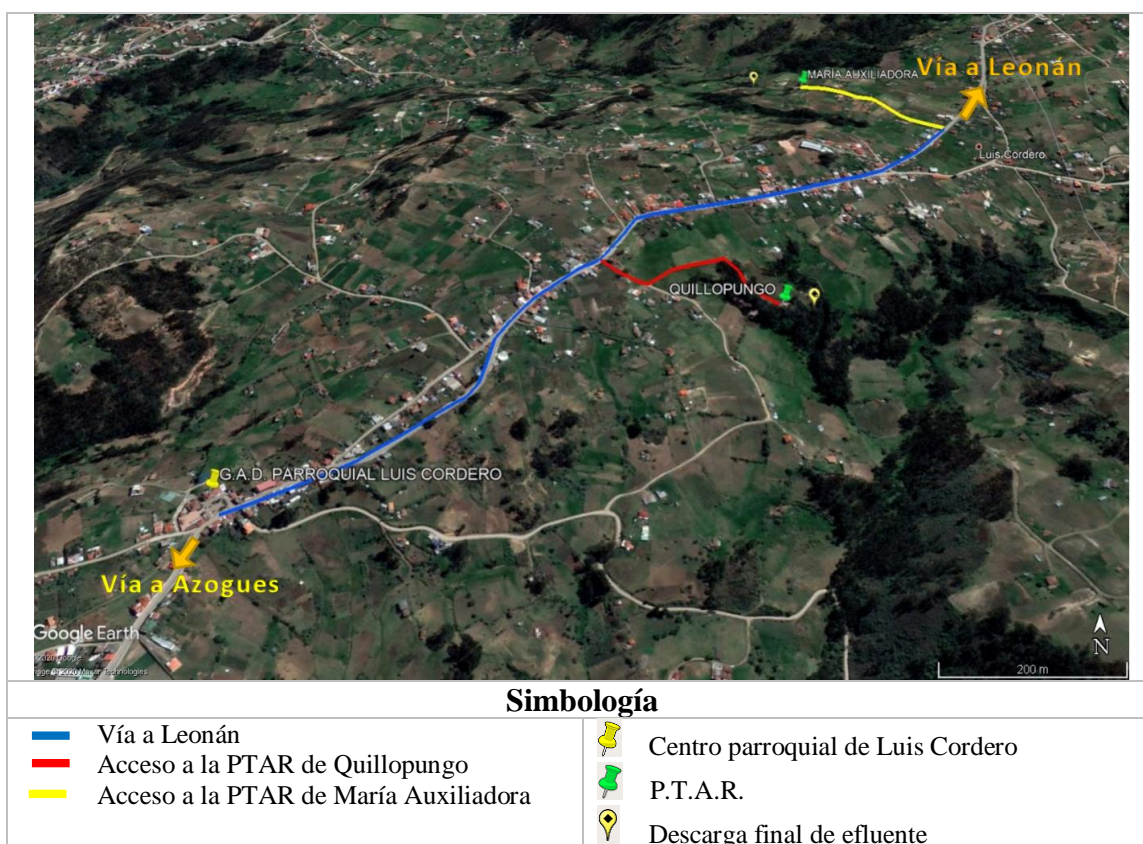


Ilustración 7 Vía de acceso a las PTAR.

Fuente: Tomado de Google Earth, elaborado por el autor.

3.2.2. Descripción General de las P.T.A.R.

El objetivo principal de los sistemas de tratamiento es la depuración de los residuos líquidos para evitar la contaminación del cuerpo receptor, de tal manera que el agua pueda utilizarse en otro tipo de actividades aguas abajo. Las dos plantas están constituidas por un cajón de ingreso, fosa séptica y filtro anaerobio, mismas que se describen a continuación:

El cajón de ingreso se emplea para homogeneizar las velocidades y romper la presión de llegada del caudal de ingreso, y en su interior se encuentra la rejilla o criba para la retención de residuos sólidos gruesos o basura que pueda ingresar a través del alcantarillado.

Luego se encuentra la fosa séptica que es una estructura de tratamiento cuyas funciones son la remoción de sólidos suspendidos y DBO, basándose en el principio de sedimentación.

Para finalmente tener el filtro anaerobio, mediante el cual se produce un proceso, como su nombre lo dice, de filtración de las aguas residuales a través de un medio físico, donde se adhiere la biomasa existente, aumentando el espacio de filtración, reduciendo la DBO y produciendo un proceso de tratamiento biológico.

3.2.2.1. Descripción del estado actual de las P.T.A.R.

A. Comunidad de María Auxiliadora

Al realizar una evaluación de las condiciones físicas de la planta de tratamiento ubicada en la comunidad de María Auxiliadora con base en los planos de originales que se encuentran en el Anexo 22, se constató el estado en el que se encuentra; donde las observaciones más importantes se describen a continuación:

- La planta de tratamiento posee un área total de 290 m², misma que está rodeada por terrenos particulares que sirven para usos de agricultura y ganadería, el cual posee un cerramiento adecuado para la seguridad de la planta, evitando que moradores o personas extrañas a la P.T.A.R. extraigan o manipulen las diferentes protecciones o tapas que podrían generar malos olores.
- La estructura general de la planta se encuentra en buen estado físico, ya que no se encuentra con algún tipo de agrietamiento o fisura que pueda generar una fuga de agua contaminada.
- Todas y cada una de las tapas de los diferentes elementos estructurales se encuentran en su lugar.
- Existe maleza alrededor de la P.T.A.R., claro indicativo de que no existe mayor mantenimiento en la planta de tratamiento por parte de las autoridades correspondientes, como se puede observar en la Ilustración 8.



Ilustración 8 Estado actual de la PTAR ubicada en el sector de María Auxiliadora.

Fuente: Fotografías tomas por el autor.

- En el cajón de ingreso se encuentra la rejilla para la retención de material grueso, misma que necesita mantenimiento y limpieza por todo el tiempo en el que ha estado en funcionamiento, como se ve en la Ilustración 9, taponando el flujo correcto del agua hacia la tubería que conecta con la fosa séptica y desviándola hacia la tubería de drenaje.



Ilustración 9 Estado de la rejilla de la PTAR ubicada en el sector de María Auxiliadora.

Fuente: Fotografía tomada por el autor.

- Finalmente, el lugar donde se encuentra la descarga final del efluente dista a 91 metros de la planta de depuración y se transporta el residuo líquido por medio de una tubería de PVC; la Tabla 3 indica la ubicación donde se realiza el vertido al cuerpo

receptor; se debe señalar que el efluente que genera la planta se descarga en el suelo, es decir, la corriente de agua formada por el vertido del efluente ha creado un cauce que no desemboca en una quebrada o río, sino que finalmente se infiltra en las capas del suelo hasta desaparecer, como se ve en la Ilustración 10.



Ilustración 10 Descarga final del efluente de la PTAR ubicada en el sector de María Auxiliadora.

Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

Tabla 3 Coordenadas (UTM WGS-84) de la descarga final de efluente.

<i>Coordenadas</i>		<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Altura (m.s.n.m.)</i>
Descarga de efluente	María Auxiliadora	9697675.00	742688.00	2821
Descarga de efluente	Quillopungo	9696886.00	742683.00	2790

Fuente: Elaboración del autor.

B. Comunidad de Quillopungo

Durante la evaluación de las condiciones físicas de la planta de depuración con base en los planos originales que se encuentran en el Anexo 22, de la comunidad Quillopungo, se ha verificado el estado de la planta, cuyas observaciones más relevantes se describen a continuación:

- Esta planta de tratamiento posee un área de 78 m², que rodeada en la zona sur de la planta por un bosque y en la parte alta norte existe un terreno particular para la agricultura; no posee un cerramiento apropiado para la seguridad de la planta.
- La estructura de la planta se encuentra en buenas condiciones físicas, debido a que no se ha encontrado ningún tipo de grieta o fisura que pueda ocasionar la fuga de agua contaminada.
- Todas y cada una de las tapas de los diferentes elementos estructurales se encuentran en su lugar.
- Existe maleza alrededor de las estructuras, claro indicativo de que no existe mayor mantenimiento en la planta de tratamiento por parte de las autoridades correspondientes, como se puede observar en la Ilustración 11.



Ilustración 11 Estado actual de la PTAR ubicada en el sector Quillopungo.

Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

- En el cajón de ingreso se encuentra la rejilla para la retención de material grueso, misma que necesita mantenimiento y limpieza por todo el tiempo en el que ha estado en funcionamiento, como se ve en la Ilustración 12.



Ilustración 12 Estado de la rejilla de la PTAR ubicada en el sector de Quillopungo.

Fotografía tomada por el autor.

- Existe un problema con la tubería de recolección en el filtro anaerobio ya que el flujo del efluente no es constante, esto se debe a que se encuentra con residuos sólidos que obstruyen el paso del agua, de modo que el agua sale por una segunda tubería que se encuentra en la base del cajón del filtro para su descarga final como se puede ver en la Ilustración 13.



Ilustración 13 Caja de revisión de la PTAR ubicada en el sector de Quillopungo.

Fuente: Fotografía tomada por el autor.

- Por último, la descarga final del efluente se conduce a la quebrada denominada Cuzcungo Huayco que se ubica a 60 metros de distancia de la planta de tratamiento por medio de una tubería de PVC y para llegar a ella no hay acceso directo desde la planta; se debe rodear y caminar 5 minutos quebrada abajo, y el cuerpo receptor

donde dicho arroyo desemboca es el río Biblicay como se puede ver en la Ilustración 14 e indica la Tabla 3.



Ilustración 14 Descarga final del efluente de la PTAR ubicada en el sector de Quillopungo.

Fuente: Fotografía tomada por el autor.

3.2.3. Información General del Área de Influencia

A. Comunidad de María Auxiliadora

Esta comunidad tiene un área aproximada de 3.62 ha; dispone de todos los servicios básicos como energía eléctrica, telefonía fija, agua potable, alcantarillado y recolección de basura. El asentamiento está atravesado por la vía hacia la comunidad de Leonán y la vía interparroquial que le permite conectarse con la cabecera parroquial y con la ciudad de Azogues, existe una red interna de vías locales y senderos para acceso a los predios, no existen limitaciones topográficas y por lo tanto presenta condiciones favorables para receptor usos urbanos en el territorio delimitado. [22].

B. Comunidad de Quillopungo

La comunidad de Quillopungo posee un área aproximada de 4.42 ha, en ella se encuentra ubicado un centro del Seguro Social Campesino, dispone de los servicios básicos. Se conecta con el exterior a través de las vías internas de la parroquia, la vía interparroquial y la vía hacia Huintul. Existen limitaciones topográficas hacia el sur del asentamiento lo que restringe su ocupación con

usos urbanos, se debe acotar que, si bien existen asentamientos dispersos en la parroquia, estos son de muy baja densidad poblacional. [22].

3.2.4. Medio Abiótico

- **Topografía**

El área de afección de estudio se localiza en la zona media de la parroquia Luis Cordero, donde la mayor parte del suelo es firme, teniendo una topografía ondulada e inclinada con pendientes moderadas a altas y que están sujetas a erosión, apropiadas tanto para emplazamiento de vías como para cultivos permanentes, como se puede observar en la Ilustración 15. Con el tiempo la formación geológica de la conformación mineral de los suelos ha dado lugar a la formación de estratos mineros como arcilla, caliza, caolín y lastre, ya que se encuentra asentado sobre la Formación Tarqui (PT) y Formación Célica (K_C) como se describe en la Ilustración 16 e Ilustración 17 [22].

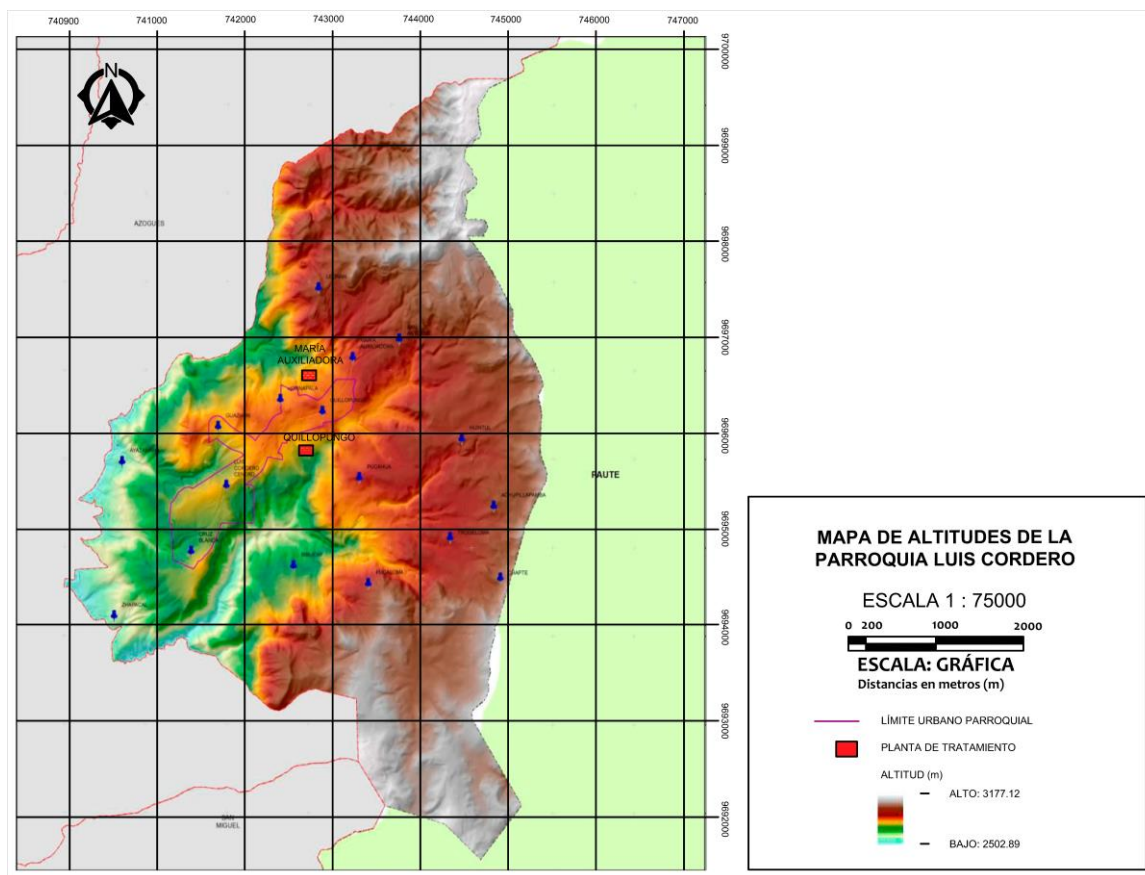


Ilustración 15 Mapa de altitudes de la parroquia Luis Cordero (UTM WGS-84).

Fuente: Adaptado de G.A.D. Parroquial de Luis Cordero [22, p. 25].

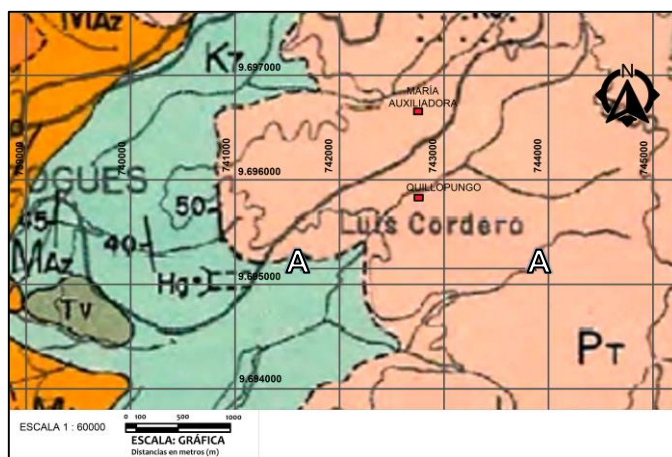


Ilustración 16 Mapa geológico de la zona de estudio.

Fuente: Tomado y adaptado del I.G.M., carta CT-ÑV-E.

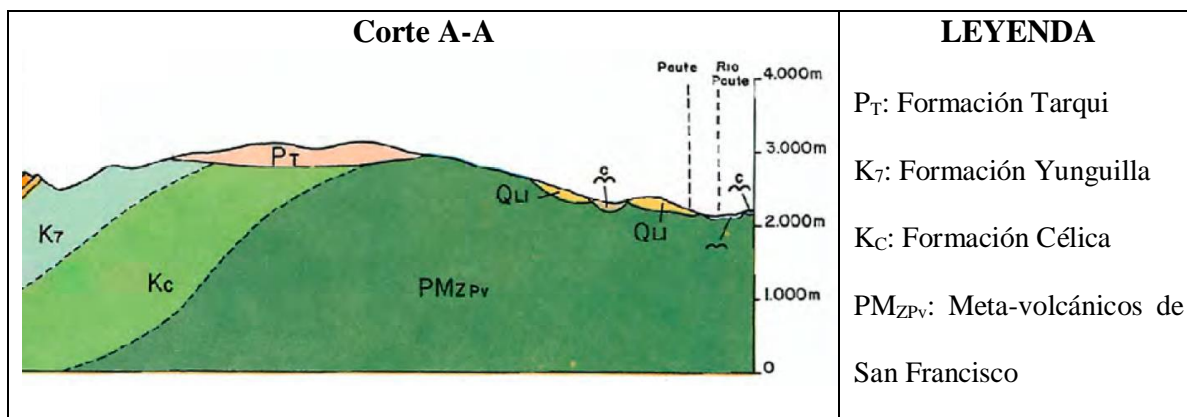


Ilustración 17 Perfil geológico de la parroquia Luis Cordero, CT-ÑV-E, escala a 1:100000.

Fuente: Tomado del I.G.M., Elaboración del autor.

- **Clima**

La parroquia Luis Cordero se encuentra dentro de la zona de planificación 6 (Austro), donde la precipitación media anual oscila entre 600 – 1250 mm, donde existe dos épocas de mayor precipitación anual, la primera es, entre los meses de febrero a mayo, con un segundo pico de lluvias identificado en octubre, que es temporada de siembra en la zona, según el INAMHI.

La temperatura del área de estudio se encuentra en un promedio de 15°C, determinando el tipo de clima en función de la altura, en el área de influencia de estudio es un clima templado-frío y posee una humedad del 60%, siendo favorable para para ciertos cultivos [22].

- **Hidrografía**

La red hídrica de la parroquia está constituida por pequeñas quebradas que atraviesan las comunidades de estudio, que poseen caudales de valores variables o permanentes, estas quebradas alimentan o pertenecen a la subcuenca del río Burgay, la cual posee una superficie de 447 km² y un perímetro de 206.72 m, se ubica en la parte alta de la cuenca del río Paute. El río nace a partir de los aportes de los ríos Tambo y Cachi a 2720 m. La cuenca va desde los 2300 hasta los 4200

msnm y se caracteriza por ser un relieve montañoso; una altitud media de 2997 msnm y la pendiente media de la subcuenca es de 15.4% como se puede apreciar en la Ilustración 18 [22].

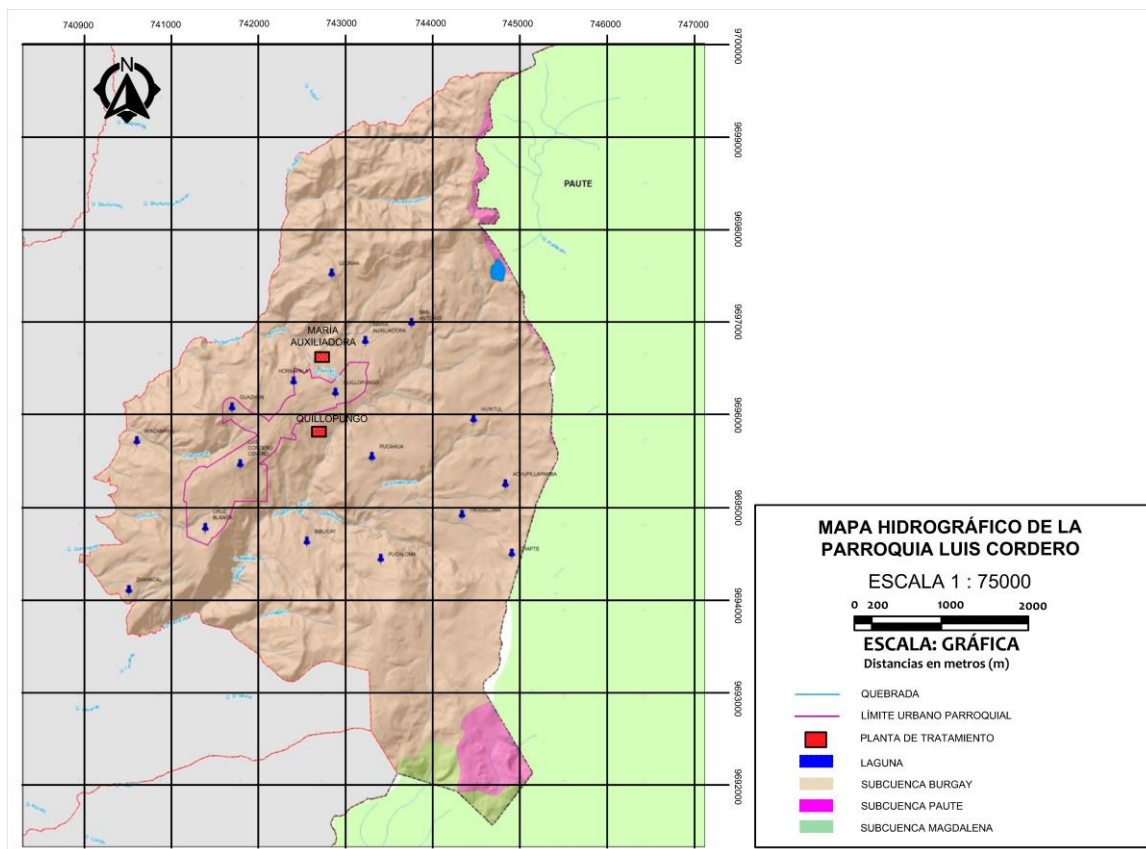


Ilustración 18 Mapa hidrográfico de la parroquia Luis Cordero (UTM WGS-84).

Fuente: Adaptado del G.A.D. Parroquial de Luis Cordero [22, p. 42].

3.2.5. Población

El levantamiento de información de la población dentro del área de influencia por medio de un modelo de encuesta socioeconómica, mismo que se encuentra en el Anexo 21, permite la estimación de los usuarios servidos por el sistema de alcantarillado y de igual modo establecer las condiciones de vida de la población, que son factores importantes que se relacionan directamente con el caudal que llega a los sistemas de tratamiento y la calidad de agua residual cruda que generan.

Con base en el número de usuarios registrados, que cuentan con acometida hacia el alcantarillado según cada una de las directivas de alcantarillado de las comunidades, se realizó la encuesta a toda la población para obtener datos exactos; en algunos casos no se pudo obtener información de los habitantes por motivos como, algunas edificaciones se encuentran abandonadas, no se encontraron personas en las viviendas al momento de las encuestas ya sea por motivos de trabajo o estudios y otros usuarios solo se encuentran registrados por el derecho de alcantarillado para sus terrenos que no cuentan con construcciones aún.

Una vez realizada la encuesta socioeconómica y analizados los datos recolectados en las comunidades, se obtuvieron los siguientes resultados:

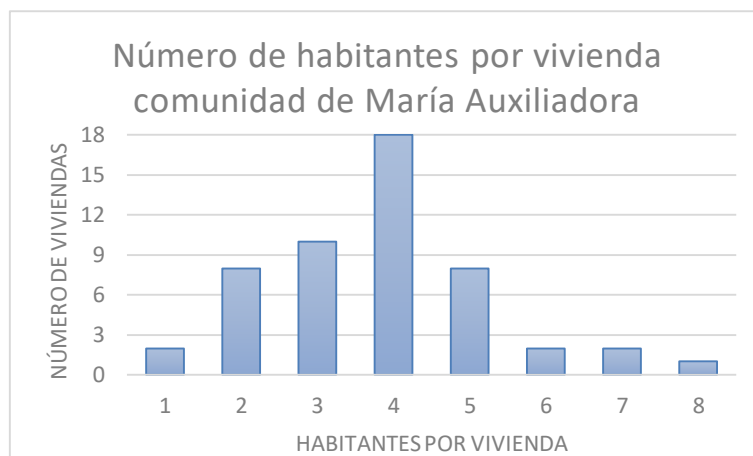
El número de habitantes por vivienda en la comunidad de María Auxiliadora tiene una media de 3.8 personas en cada vivienda, como se indica en la Tabla 4 y Gráfica 2, de igual forma en la comunidad de Quillopungo se determinó un promedio de 3.67 habitantes por vivienda, como se puede apreciar en la Tabla 5 y Gráfica 3.

Tabla 4 Promedio de personas por vivienda de la comunidad de María Auxiliadora.

María Auxiliadora		
Número de personas por vivienda	Número de viviendas	Total de personas
1	2	2
2	8	16
3	10	30
4	18	72
5	8	40
6	2	12
7	2	14
8	1	8

Suma Total	51	194
Promedio de personas por vivienda		3.80

Fuente: Elaboración del autor.



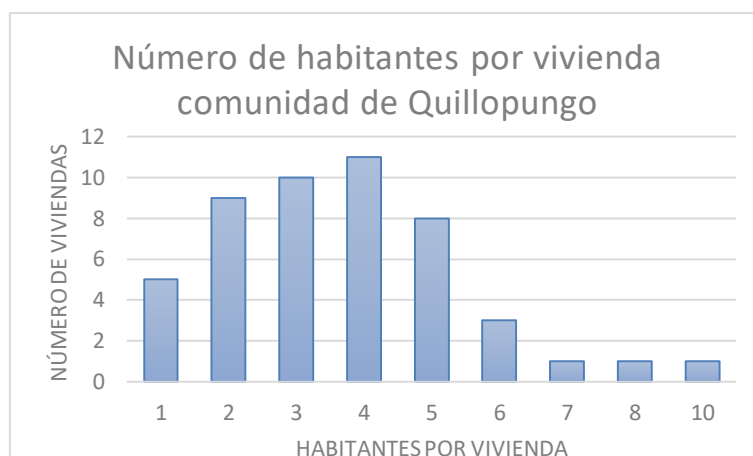
Gráfica 2 Número de habitantes por vivienda de la comunidad de María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 5 Promedio de personas por vivienda de la comunidad de Quillopungo.

<i>Quillopungo</i>		
Número de personas por vivienda	Número de viviendas	Total de personas
1	5	5
2	9	18
3	10	30
4	11	44
5	8	40
6	3	18
7	1	7
8	1	8
10	1	10
Suma Total	49	180
Promedio de personas por vivienda		3.67

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 3 Número de habitantes por vivienda de la comunidad de Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.

Con los datos obtenidos de las comunidades; se determinó para la comunidad de María Auxiliadora con 213 usuarios registrados y un promedio de 3.8 personas por vivienda, se aproxima una población de 809 habitantes y en la comunidad de Quillopungo se encuentran registrados 70 usuarios, con una media de 3.67 personas por vivienda, se estima una población aproximada de 257 habitantes, como se indica en la Tabla 6.

Tabla 6 Población servida de cada comunidad.

Comunidad	Usuarios registrados	Media de habitantes por vivienda	Población Total
María Auxiliadora	213	3.8	809 hab
Quillopungo	70	3.67	257 hab

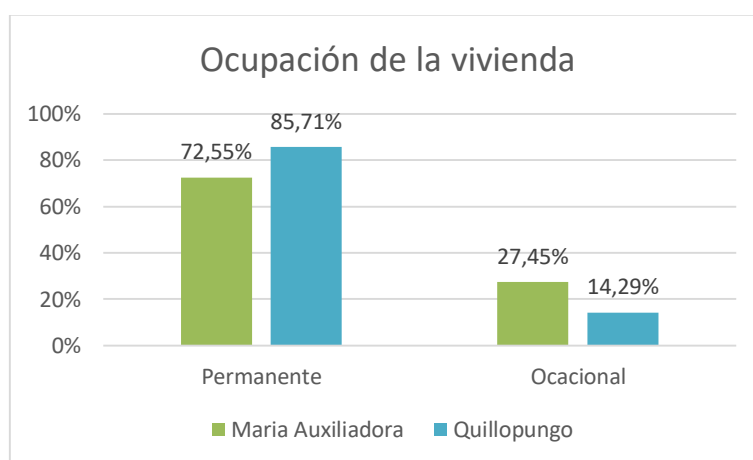
Fuente: Elaboración del autor.

En la comunidad de María Auxiliadora el 27.45% de las viviendas son de uso ocasional ya que no viven en ellas, mientras que el 72.55% viven en ellas de forma permanente; de igual manera el 85.71% de los habitantes de la comunidad de Quillopungo habitan las viviendas de manera permanente y el 14.29% las ocupan en determinadas ocasiones del año, como se indica en la Tabla 7 y la Gráfica 4.

Tabla 7 Porcentaje de residencia en las viviendas de acuerdo al tiempo de ocupación.

<i>Ocupación de vivienda</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Permanente	72.55%	85.71%
Ocasional	27.45%	14.29%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 4 Porcentaje de residencia en las viviendas de acuerdo al tiempo de ocupación.

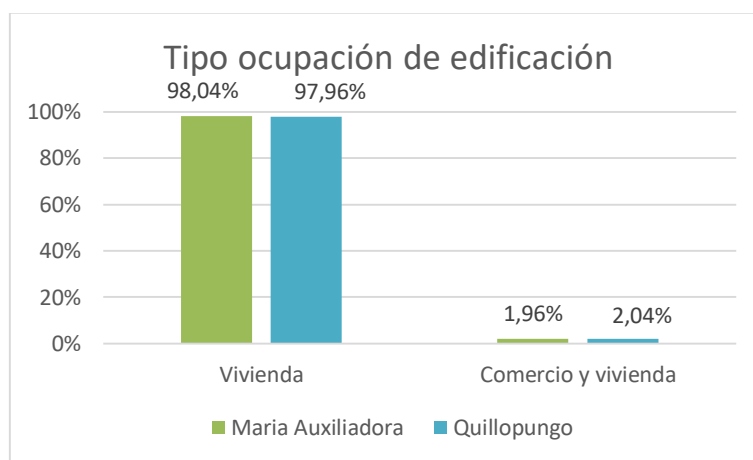
Fuente: Elaboración del autor.

La comunidad de María Auxiliadora el 98.04% de las edificaciones son destinadas solo para vivienda, mientras que los propietarios que utilizan sus viviendas para comercio representan el 1.96%. La comunidad de Quillopungo tiene un comportamiento similar ya que el 97.96% de los pobladores ocupan sus edificaciones para vivienda y el 2.04% usan sus viviendas para el comercio como se indica en la Tabla 8 y la Gráfica 5.

Tabla 8 Tipo de ocupación de la edificación.

<i>Tipo de edificación</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Vivienda	98.04%	97.96%
Vivienda y comercio	1.96%	2.04%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 5 Tipo de ocupación de la edificación.

Fuente: Elaboración del autor.

El 74.51% de los habitantes de la comunidad de María Auxiliadora son dueños de su residencia y el 25.49% arriendan su vivienda, como se indica en la Tabla 9 y la Gráfica 6; donde más de la mitad son edificaciones de dos pisos, representando el 68.63% del total como se aprecia en la Tabla 10 y Gráfica 7. En la comunidad de Quillopungo el 91.84% son propietarios de sus viviendas mientras que el 8.16% las arriendan como señala la Tabla 9 y la Gráfica 6, donde las edificaciones de 2 pisos son las más comunes con un 65.31% de todas las construcciones como se indica en la Tabla 10 y Gráfica 7.

El estado de las edificaciones se clasifica en:

- Nuevas, son las que tienen menos a 2 años de construidas.

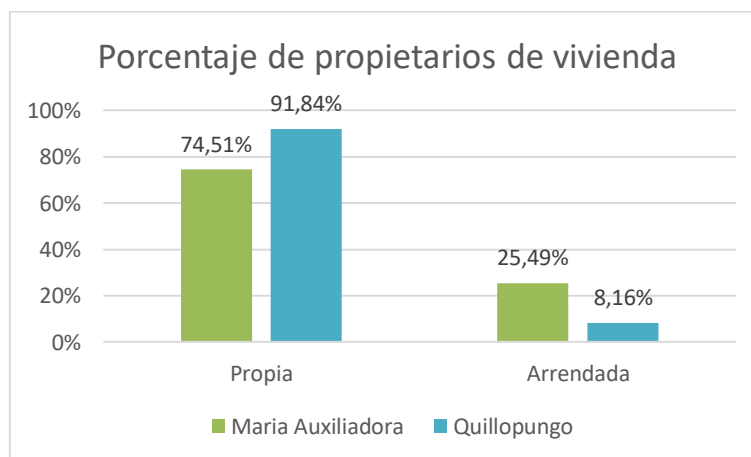
- Buena, construcciones con mantenimiento periódico.
- Regular, construcciones de más de 15 años con poco mantenimiento.
- Malo, edificaciones con más de 20 años sin mantenimiento alguno.

En el sector de María Auxiliadora las edificaciones en su mayoría se encuentran en un estado regular con un 60.78%, por otra parte, las edificaciones en bueno estado y mal estado representan el 3.92% cada uno; la comunidad de Quillopungo por su parte los edificios que se encuentran en buen estado representan el 18.37% y en su gran mayoría se encuentran en un estado regular con el 73.47% como se indica en la Tabla 11 y la Gráfica 8.

Tabla 9 Porcentaje de propietarios de la vivienda.

Tipo de vivienda	Sector	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Propia	74.51%	91.84%
Arrendada	25.49%	8.16%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



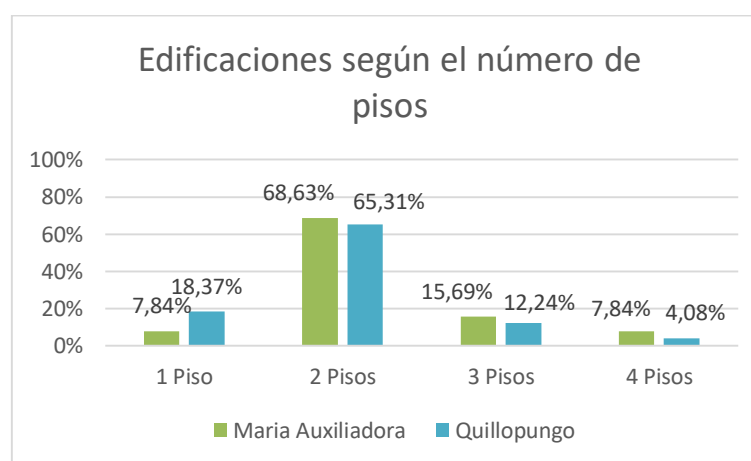
Gráfica 6 Porcentaje de propietarios de la vivienda.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 10 Porcentaje de edificaciones según el número de pisos.

<i>Número de pisos</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
1 Piso	7.84%	18.37%
2 Pisos	68.63%	65.31%
3 Pisos	15.69%	12.24%
4 Pisos	7.84%	4.08%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



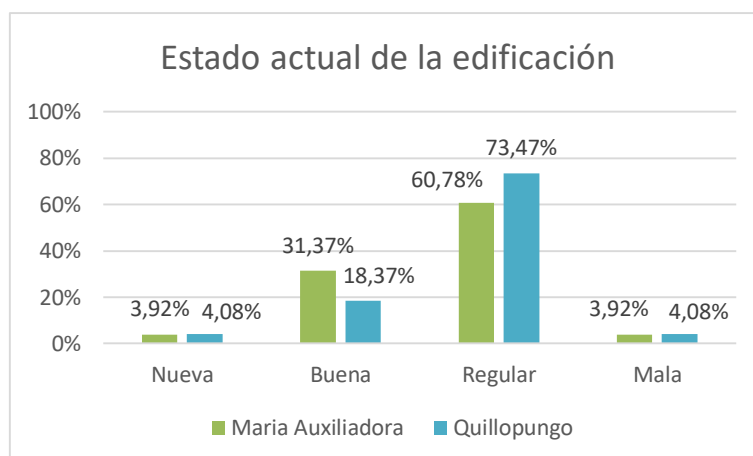
Gráfica 7 Porcentaje de edificaciones según el número de pisos.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 11 Estado actual de la edificación.

<i>Estado actual</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Nueva	3.92%	4.08%
Buena	31.37%	18.37%
Regular	60.78%	73.47%
Mala	3.92%	4.08%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 8 Estado actual de la edificación.

Fuente: Elaboración del autor.

Se entiende a la higiene como el aseo o limpieza que se realiza a las viviendas tanto en su interior como su exterior, donde:

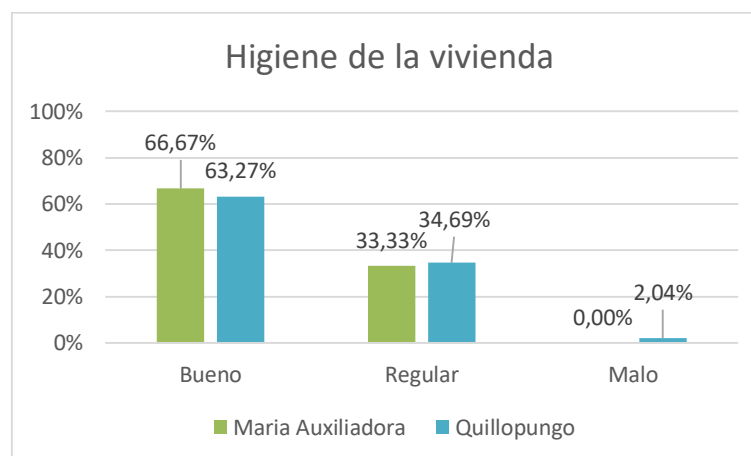
- Bueno, representa una limpieza periódica en la casa.
- Regular, se realiza el aseo una vez cada semana.
- Malo, poco o nada se realiza el aseo de la vivienda.

En la comunidad de María Auxiliadora las viviendas tienen un aseo adecuado en sus viviendas con una higiene regular y buena, representando el 33.33% y 66.67% respectivamente. Mientras tanto en la comunidad de Quillopungo existe un 2.04% con mala higiene y esto se debe a que los propietarios llegan una vez cada dos años a la vivienda; como se indica en la Tabla 12 y la Gráfica 9.

Tabla 12 Porcentaje de las viviendas que tienen una higiene adecuada por parte de sus habitantes.

<i>Higiene de la vivienda</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Bueno	66.67%	63.27%
Regular	33.33%	34.69%
Malo	0.00%	2.04%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 9 Porcentaje de las viviendas que tienen una higiene adecuada por parte de sus habitantes.

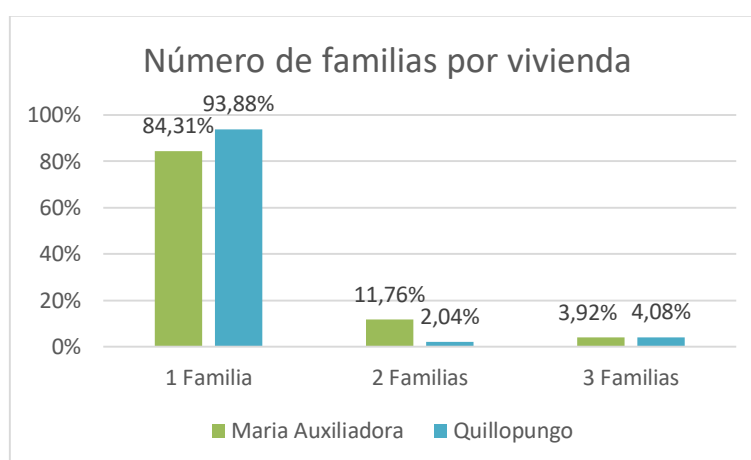
Fuente: Elaboración del autor.

En su mayoría las viviendas son habitadas solo por una familia, factor que se repite en las comunidades de estudio, donde el 84.31% y 93.88% representan a María Auxiliadora y Quillopungo respectivamente y en menor cantidad existen 3 familias que comparten una misma vivienda, siendo el 3.92% en María Auxiliadora y el 4.08% en Quillopungo, como se indica en la Tabla 13 y la Gráfica 10.

Tabla 13 Número de familias que habitan por vivienda.

<i>Número de familias por vivienda</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
1 Familia	84.31%	93.88%
2 Familias	11.76%	2.04%
3 Familias	3.92%	4.08%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 10 Número de familias que habitan por vivienda.

Fuente: Elaboración del autor.

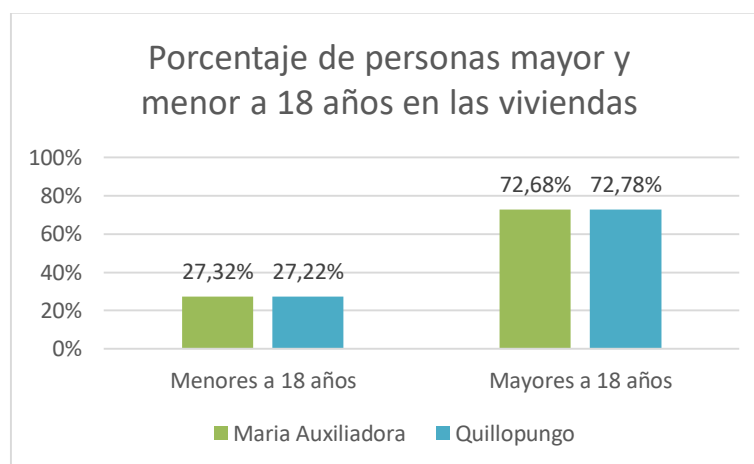
3.2.6. Actividad SocioEconómica

Las personas que se encargan de los ingresos económicos en los hogares son los adultos y como se indica en la Tabla 14 y la Gráfica 11, representando el 72.68% en María Auxiliadora y el 72.78% en Quillopungo de personas que son mayores a 18 años en las viviendas del total de habitantes.

Tabla 14 Porcentaje de personas mayor y menor a 18 años presentes en las viviendas.

<i>Edad de personas en viviendas</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Menores a 18 años	27.32%	27.22%
Mayores a 18 años	72.68%	72.78%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 11 Porcentaje de personas mayor y menor a 18 años presentes en las viviendas.

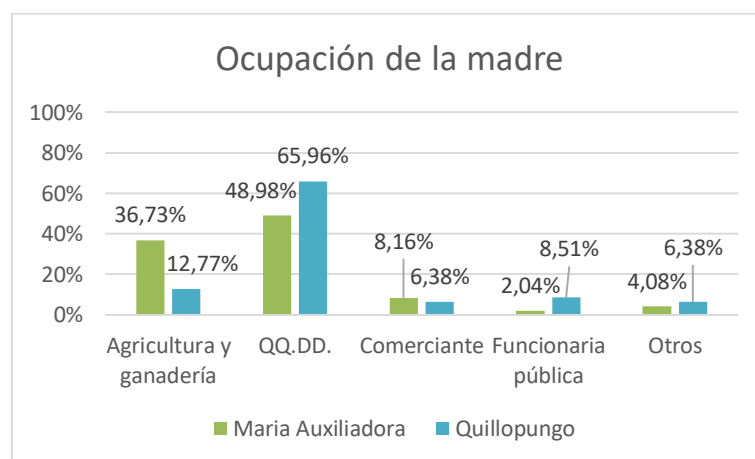
Fuente: Elaboración del autor.

Las madres de familia cumplen un rol muy importante dentro de los hogares, desempeñando actividades como los quehaceres domésticos con un 48.98% en María Auxiliadora y 65.96% en Quillopungo, de igual manera la agricultura y ganadería es una actividad con un porcentaje importante de 36,73% de María Auxiliadora y 12.77% en Quillopungo, mismas que generan un ingreso para el hogar, se observa un, como se indica en la Tabla 15 y la Gráfica 12.

Tabla 15 Ocupación de la madre de familia.

<i>Ocupación de la madre</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Agricultura y ganadería	36.73%	12.77%
Quehaceres domésticos	48.98%	65.96%
Comerciante	8.16%	6.38%
Funcionaria pública	2.04%	8.51%
Otros	4.08%	6.38%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 12 Ocupación de la madre de familia.

Fuente: Elaboración del autor.

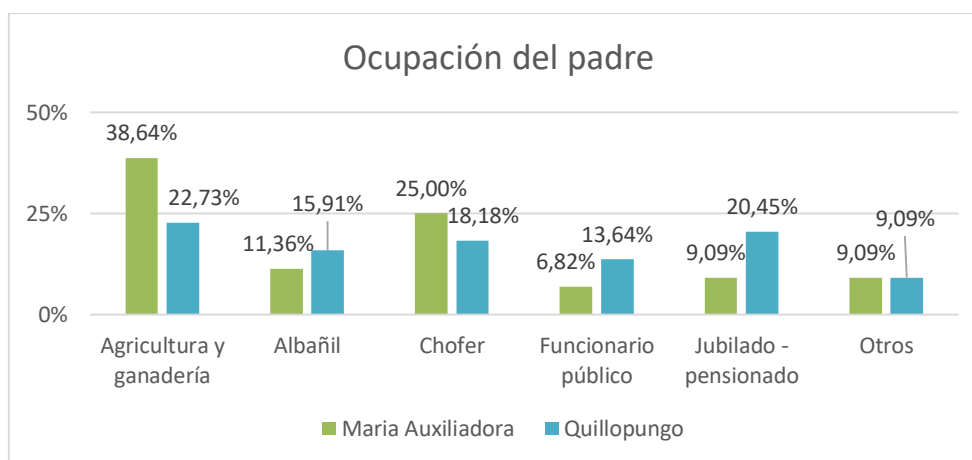
En el hogar, la principal fuente de ingresos es el padre de familia, considerando los resultados de la encuesta, que se indica en la Tabla 16 y la Gráfica 13, La actividad económica más importante es la agricultura y ganadería con un porcentaje de 38.64% y 22.73% en María Auxiliadora y Quillopungo respectivamente, después está la de ser conductor profesional con una proporción de 25% en María Auxiliadora y 18.18% en Quillopungo, como tercera ocupación se tiene el 11.36% María Auxiliadora y 15.91% Quillopungo a la albañilería.

En María Auxiliadora, la mayoría de sus actividades las realizan dentro de su misma comunidad con un 63.27% y el 36.73% cumplen con sus actividades fuera. A diferencia, en Quillopungo un porcentaje mayor trabaja fuera de la comunidad con un 57.14% y el 42.86% trabaja dentro de la comunidad como señala la Tabla 17 y la Gráfica 14. Los lugares de mayor frecuencia para trabajar fuera de las comunidades son la ciudad de Azogues, Cuenca, mientras que otros habitantes migran fuera del país.

Tabla 16 Ocupación del padre de familia.

<i>Ocupación del padre</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Agricultura y ganadería	38.64%	22.73%
Albañil	11.36%	15.91%
Chofer	25.00%	18.18%
Funcionario público	6.82%	13.64%
Jubilado – pensionado	9.09%	20.45%
Otros	9.09%	9.09%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



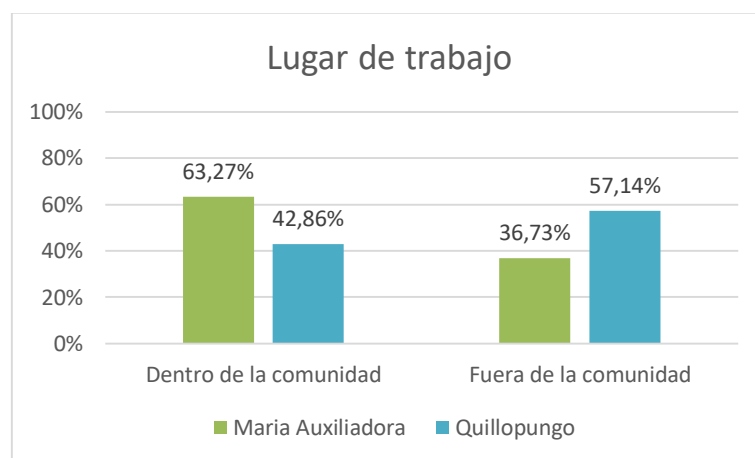
Gráfica 13 Ocupación del padre de familia.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 17 Lugar de trabajo del padre de familia.

<i>Lugar de trabajo</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Dentro de la comunidad	63.27%	42.86%
Fuera de la comunidad	36.73%	57.14%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 14 Lugar de trabajo del padre de familia.

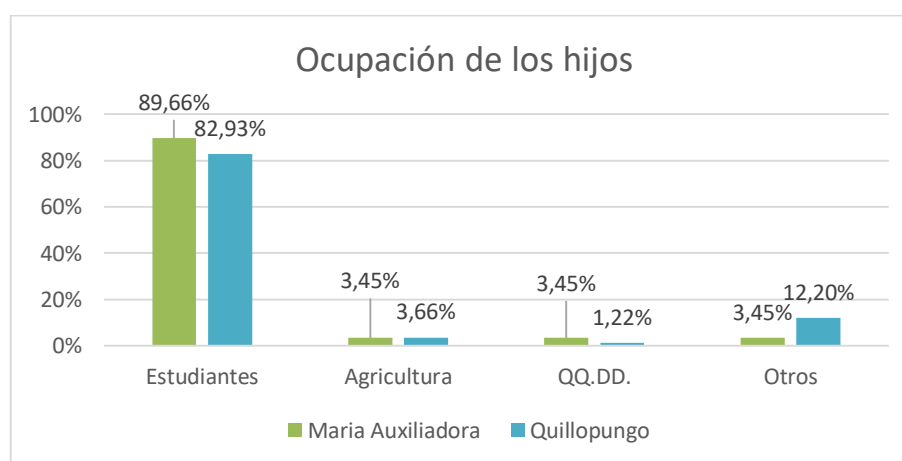
Fuente: Elaboración del autor.

A partir de la encuesta, se determina que los hijos son en su mayoría son estudiantes, representando el 89.66% en María Auxiliadora y 82.93% en Quillopungo, aunque existe un porcentaje menor que realizan otras actividades como la agricultura con 3.45% y 3.66% en la comunidad de María Auxiliadora y Quillopungo respectivamente, quehaceres domésticos y otros tipos de actividades como indica la Tabla 18 y la Gráfica 15.

Tabla 18 Ocupación de los hijos.

Ocupación de los hijos	Sector	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Estudiantes	89.66%	82.93%
Agricultura	3.45%	3.66%
Quehaceres domésticos	3.45%	1.22%
Otros	3.45%	12.20%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 15 Ocupación de los hijos.

Fuente: Elaboración del autor.

En la actualidad poseer un vehículo o medio de transporte es importante para la movilización del hogar hacia el lugar de trabajo y viceversa, considerando los resultados de la encuesta que se aprecian en la Tabla 19 y Tabla 20, se determinó que en el sector de María Auxiliadora más de la mitad de habitantes poseen un vehículo con el 54.90%, y de este porcentaje el 89.29% son de uso particular, mientras que el 10.71% ocupan sus vehículos para servicios de transporte como se ve en la Gráfica 16. La comunidad de Quillopungo tiene el 57,14% de pobladores con vehículo, donde el 28.57% los ocupan para ofrecer servicio de transporte y la diferencia que representa el 71.43%

son de uso particular como se aprecia en la Gráfica 17. La población que no posee vehículo propio utiliza medio de transporte público.

Tabla 19 Porcentaje de habitantes que son propietarios de un vehículo.

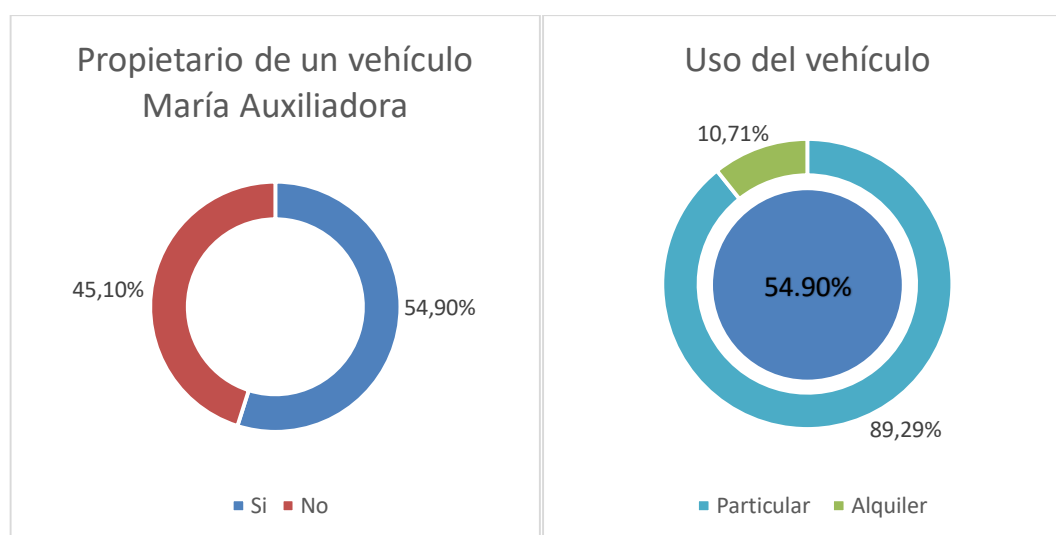
<i>Posee vehículo propio</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	54.90%	57.14%
No	45.10%	42.86%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 20 Porcentaje de tipo de uso que se le da al vehículo.

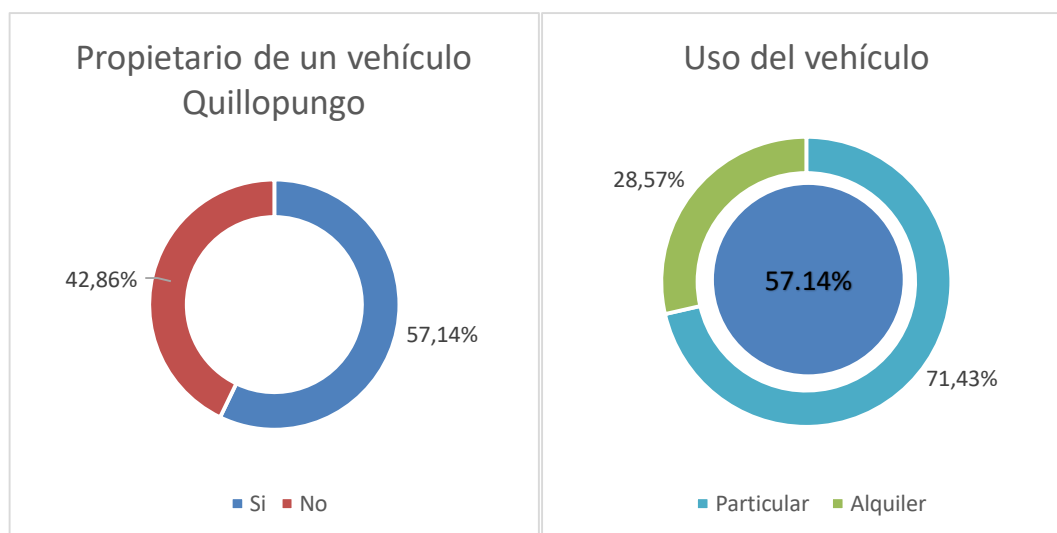
<i>Uso del vehículo</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Particular	89.29%	71.43%
Alquiler	10.71%	28.57%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 16 Porcentaje de habitantes que poseen un vehículo y su uso, perteneciente a la comunidad de María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 17 Porcentaje de habitantes que poseen un vehículo y su uso, perteneciente a la comunidad de Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.

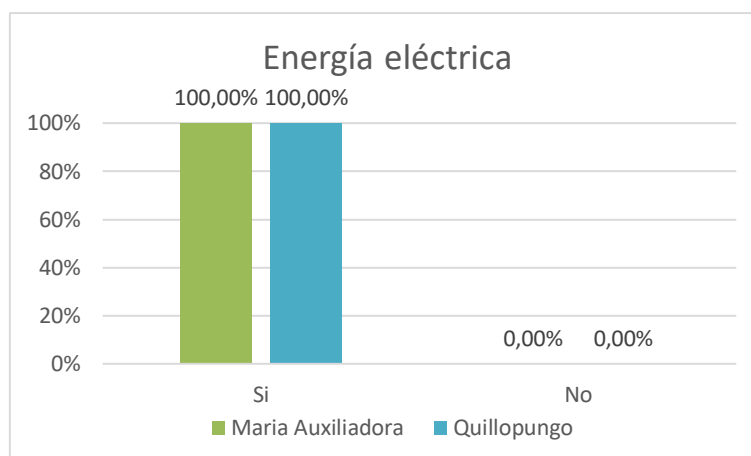
3.2.7. Servicios Públicos

En las comunidades de María Auxiliadora y Quillopungo existen los servicios básicos para disposición de los pobladores, el acceso a ellos está sujeto a la posibilidad económica de cada habitante. Toda la población dispone de energía eléctrica con un medidor instalado en sus viviendas, como se aprecia en la Tabla 21 y la Gráfica 18 y la entidad encargada del servicio es la Empresa Eléctrica Azogues.

Tabla 21 Acceso a energía eléctrica.

Energía Eléctrica	Sector	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	100.00%	100.00%
No	0.00%	0.00%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 18 Acceso a energía eléctrica.

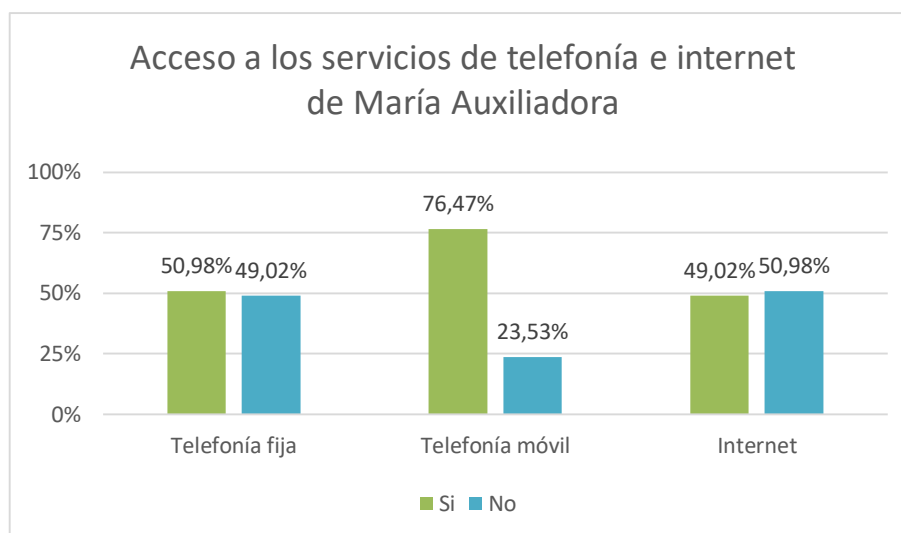
Fuente: Elaboración del autor.

Considerando las posibilidades económicas de los pobladores de cada comunidad y la facilidad de acceso que ofrecen las compañías a los diferentes servicios, se obtuvo los siguientes resultados; en María Auxiliadora el 50.98% tiene una línea telefónica fija, el 76.47% posee una línea de telefonía móvil, mientras que solo el 49.02% de la población goza de acceso a servicio de internet como se indica en la Tabla 22 y la Gráfica 19. Quillopungo tiene un índice mayor en el acceso a estos servicios ya que el 63.27% posee una línea telefónica fija, el 87.76% tiene una línea telefónica móvil y el 63.27% tiene acceso a internet como se indica en la Tabla 22 y la Gráfica 20.

Tabla 22 Porcentaje de acceso a los servicios de telefonía e internet.

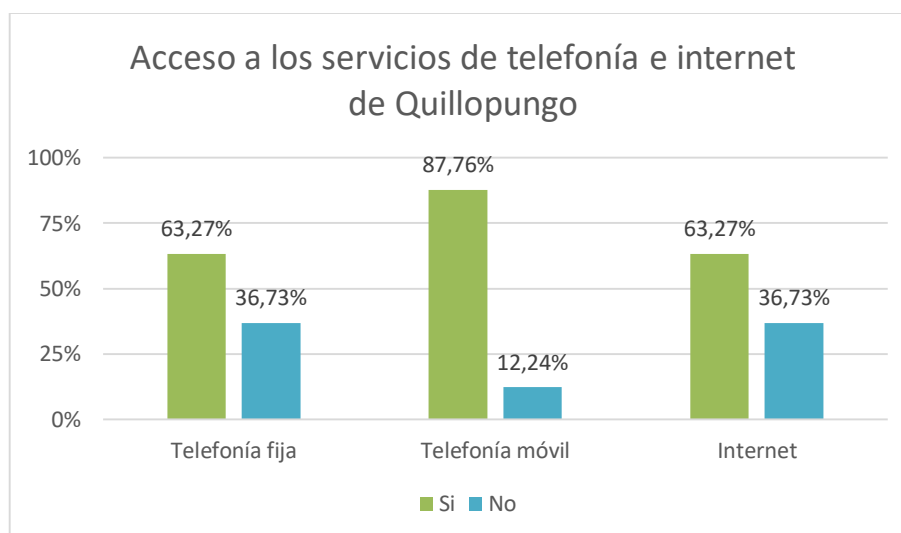
<i>Acceso al servicio</i>	<i>Sector</i>					
	<i>María Auxiliadora</i>			<i>Quillopungo</i>		
	<i>Telefonía fija</i>	<i>Telefonía móvil</i>	<i>Internet</i>	<i>Telefonía fija</i>	<i>Telefonía móvil</i>	<i>Internet</i>
Si	50.98%	76.47%	49.02%	63.27%	87.76%	63.27%
No	49.02%	23.53%	50.98%	36.73%	12.24%	36.73%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 19 Porcentaje de acceso a telefonía e internet, perteneciente a la comunidad de María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 20 Porcentaje de acceso a telefonía e internet, perteneciente a la comunidad de Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.

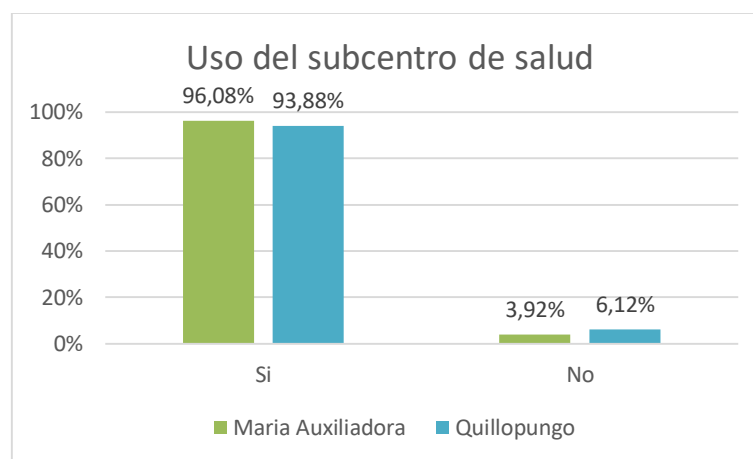
En el centro parroquial existe un subcentro de salud pública al que tienen acceso los pobladores de la parroquia, pero el 3.92% de los pobladores de María Auxiliadora y el 6.12%

perteneciente a Quillopungo no acuden al centro médico, ya que prefieren hacer uso de un servicio médico privado como se indica en la Tabla 23 y la Gráfica 21.

Tabla 23 Porcentaje de personas que hacen uso del servicio del Subcentro de Salud.

Subcentro de Salud	Sector	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	96.08%	93.88%
No	3.92%	6.12%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 21 Porcentaje de personas que hacen uso del servicio del Subcentro de Salud.

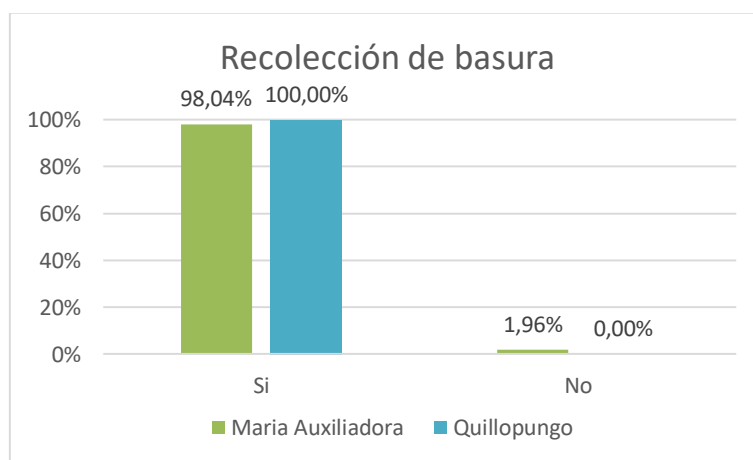
Elaboración del autor.

La disposición final de los desechos sólidos está bajo la responsabilidad del G.A.D. municipal de Azogues, como menciona el G.A.D. Parroquial de Luis Cordero [22], en el que el vehículo recolector cumple un recorrido por las comunidades una vez por semana los días miércoles y al cual hacen uso del servicio el 98.04% de las personas en María Auxiliadora y el 100% de la comunidad de Quillopungo, como se indica en la Tabla 24 y la Gráfica 22.

Tabla 24 Recolección de desechos sólidos.

<i>Recolección de Basura</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	98.04%	100.00%
No	1.96%	0.00%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 22 Recolección de desechos sólidos.

Fuente: Elaboración del autor.

3.2.8. Sistema de Riego

En la parroquia de Luis Cordero, en su mayor parte el sistema de riego está construido mediante canales de conducción subterráneos (tubería de PVC), el agua empleada para riego proviene de las fuentes del cerro de Pilzhun y parte de la Laguna de Chocar, debido a las características del sistema, el riego se da por inundación. El sistema de riego en la comunidad de Quillopungo tiene una cobertura del 15% y en María Auxiliadora cubre el 8% de la comunidad [22].

3.2.9. Infraestructura Sanitaria

3.2.9.1. Sistema de abastecimiento de agua potable

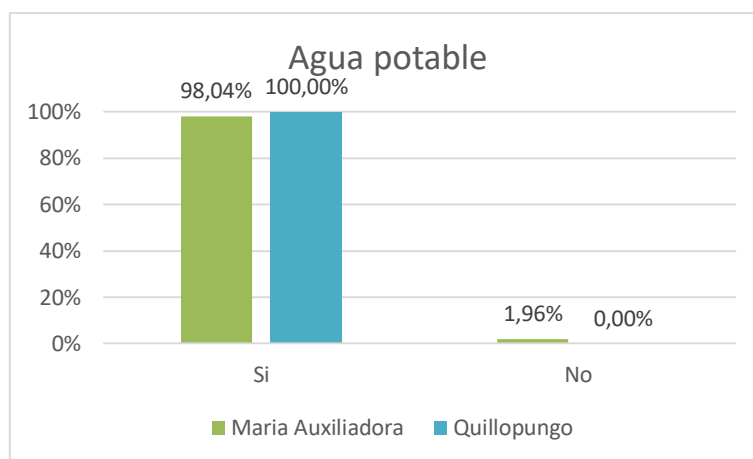
La parroquia Luis Cordero cuenta con una red pública de agua potable que distribuye a todo el territorio, donde el 82% de la red dota del servicio por medio de un sistema de abastecimiento de agua potable mientras que el 12% restante de la red pública sirve por un sistema de agua entubada. Generalmente el agua es tratada antes de su distribución, lo cual garantiza en gran medida la salud de la población, en la comunidad de María Auxiliadora el abastecimiento cubre la mayor parte de la comunidad donde el 80% se suministra con tubería de PVC, y solo un 20% cuenta con agua entubada, en cambio, el abastecimiento de agua potable en la comunidad de Quillopungo es continuo, en tubería de hormigón y PVC [22].

Como se observa en la Tabla 25 y Gráfica 23 se ha mejorado la red pública de agua potable desde el 2015 hasta la actualidad ya que en la comunidad de María Auxiliadora ha disminuido la población con dotación de agua potable por sistema de agua entubada hasta llegar a 1.96%.

Tabla 25 Acceso al agua potable.

<i>Agua Potable</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	98.04%	100.00%
No	1.96%	0.00%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 23 Acceso al agua potable.

Fuente: Elaboración del autor.

3.2.9.2. Sistema de alcantarillado

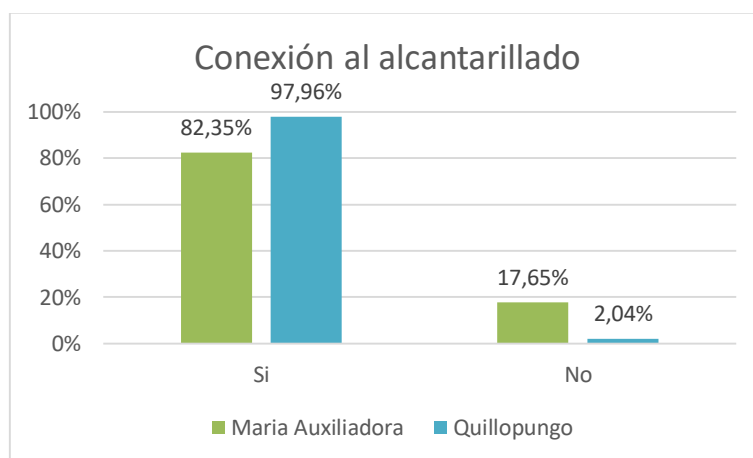
El 52% de la parroquia cuenta con el sistema de alcantarillado, pero no abastece a toda la población, en donde la cobertura es deficiente por lo cual dentro de estas comunidades se sigue utilizando sistemas alternos como son los pozos sépticos los mismo que se encuentran colapsados porque su vida útil ya ha finalizado [22]. El sistema de evacuación de aguas residuales de la comunidad de Quillopungo no es el adecuado ya a que solo un 50% de la población cuenta con acometida al alcantarillado el cual está construido con tubos de PVC y hormigón, mientras que en la comunidad de María Auxiliadora el alcantarillado tiene una cobertura del 70% de la población total y está construido con tuberías de PVC y hormigón, y el 30% de los habitantes restantes utilizan pozos sépticos que ya han cumplido con su vida útil por el tiempo de construcción.

Los resultados obtenidos por la encuesta, contrastados con la información que brinda el G.A.D. parroquial del 2015 indican que se ha mejorado la cobertura del alcantarillado a más pobladores de las comunidades, en María Auxiliadora el servicio a aumentado del 70% al 82.35% y en el caso de Quillopungo ha existido una mejora notable, pasando de una cobertura del 50% al 97.96% de habitantes, como indica en la Tabla 26 y la Gráfica 24.

Tabla 26 Conexión a la red de alcantarillado.

Conexión al Alcantarillado	Sector	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	82.35%	97.96%
No	17.65%	2.04%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 24 Conexión a la red de alcantarillado.

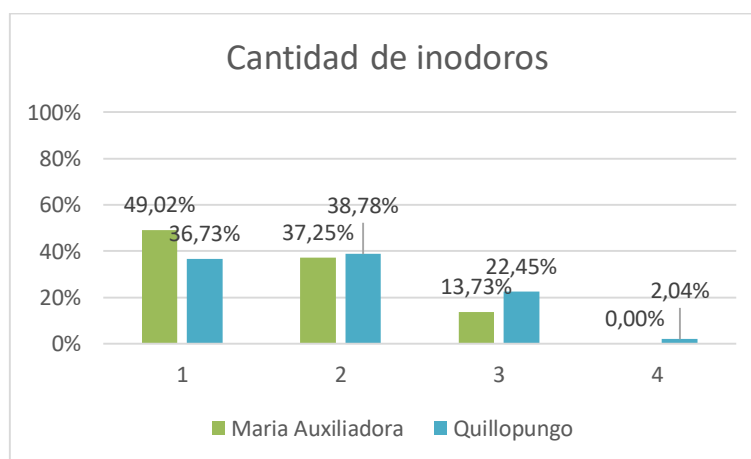
Fuente: Elaboración del autor.

El 100% de los encuestados poseen inodoros en sus viviendas como se observa en la Tabla 27 y la Gráfica 25, de los cuales en la comunidad de María Auxiliadora es más común encontrar un solo inodoro en las edificaciones con un 49.02% y el 37.25% de viviendas tienen dos inodoros, por otro lado, en Quillopungo el 43% de las viviendas posee dos inodoros, el 36.73% tienen un inodoro y en algunos casos llegando a tener hasta tres o cuatro inodoros.

Tabla 27 Porcentaje de la cantidad de inodoros en las viviendas.

<i>Inodoros en la vivienda</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
1	49.02%	36.73%
2	37.25%	38.78%
3	13.73%	22.45%
4	0.00%	2.04%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 25 Porcentaje de la cantidad de inodoros en las viviendas.

Fuente: Elaboración del autor.

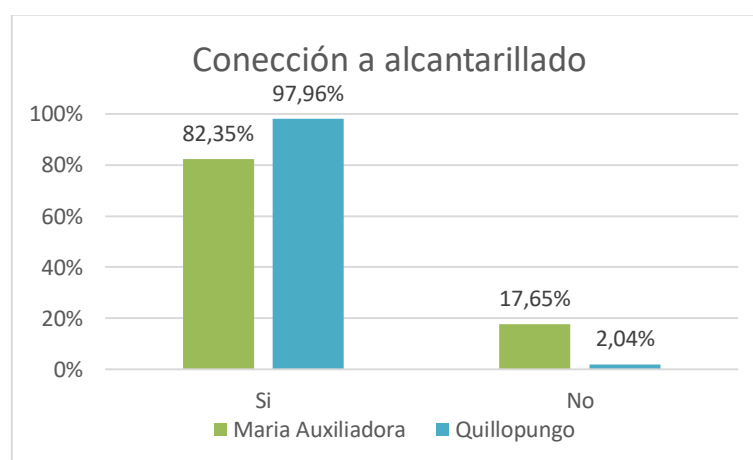
En María Auxiliadora el 17.65% de los inodoros no están conectados al alcantarillado de la comunidad, ahora bien, Quillopungo, sector donde se ha mejorado la cobertura del alcantarillado, solo el 2.04% no tiene conexión al mismo como se puede apreciar en la Tabla 28 y la Gráfica 26; esto se debe en gran parte a que las edificaciones más antiguas tienen sus baños fuera de las casas; en María Auxiliadora el 23.53% ubican sus inodoros fuera de las viviendas y Quillopungo con un porcentaje del 10.20%, como se puede ver en la Tabla 29 y Gráfica 27.

Al ser María Auxiliadora una zona donde existe mayor cantidad de letrinas, por consiguiente, tendrá una mayor cifra de fosas sépticas, con un índice del 41.61%; por el contrario, al existir una mejor cobertura del alcantarillado en Quillopungo, las personas han optado por dejar de usar las fosas sépticas en su gran mayoría, dejando con un 2.04% de habitantes que aun hacen uso de estas. Estos resultados se pueden apreciar en la Tabla 30 y la Gráfica 28.

Tabla 28 Porcentaje de inodoros conectados al alcantarillado.

<i>Conexión a Alcantarillado</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	82.35%	97.96%
No	17.65%	2.04%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



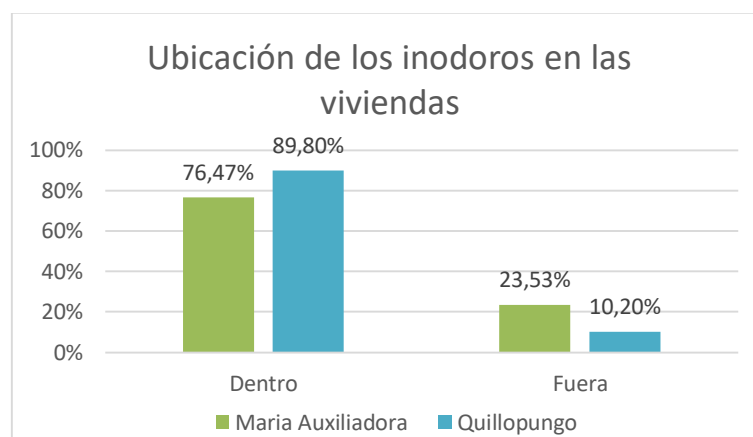
Gráfica 26 Porcentaje de inodoros conectados al alcantarillado.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 29 Ubicación de los inodoros en las viviendas.

<i>Ubicación de los inodoros</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Dentro	76.47%	89.80%
Fuera	23.53%	10.20%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



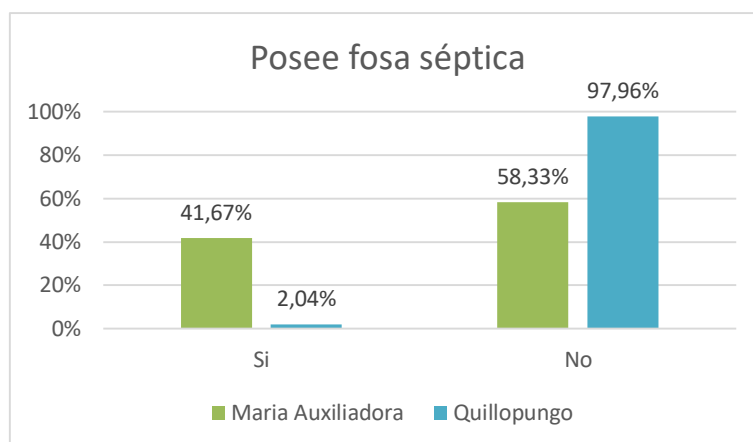
Gráfica 27 Ubicación de los escusados en las viviendas.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 30 Porcentaje de viviendas que poseen fosa séptica.

<i>Posee fosa séptica</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	41.67%	2.04%
No	58.33%	97.96%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 28 Porcentaje de viviendas que poseen fosa séptica.

Fuente: Elaboración del autor.

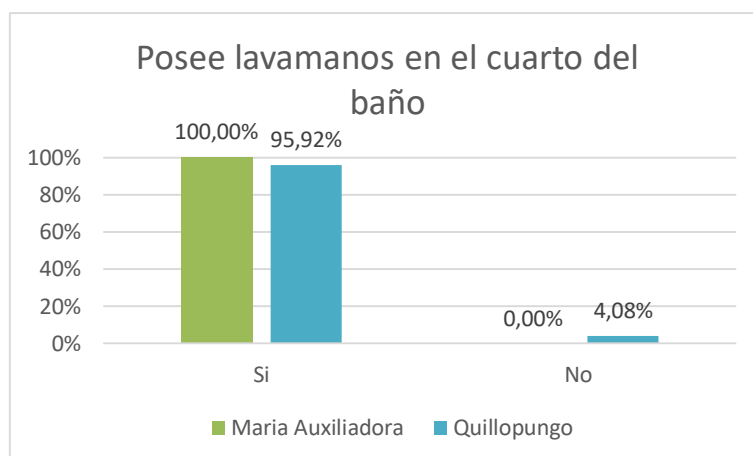
El método constructivo más común es el de colocar en el cuarto del baño el inodoro, un lavamanos y la ducha; en la comunidad de María Auxiliadora el 100% de las edificaciones tienen el lavamanos donde corresponde, mientras que en Quillopungo existe un 4.08% de viviendas que no tienen lavamanos dentro del cuarto del baño, como se puede apreciar en la Tabla 31 y la Gráfica 29.

Las edificaciones cuentan con al menos un lavamanos en la comunidad de María Auxiliadora con un 49.02%, a diferencia de Quillopungo, las viviendas cuentan con 1 lavamanos en el 38.30% y 2 lavamanos en el 38.30% de las edificaciones, como se puede ver en la Tabla 32 y la Gráfica 30.

Tabla 31 Porcentaje de lavamanos en el cuarto del baño.

<i>Posee lavamanos en el cuarto del baño</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	100.00%	95.92%
No	0.00%	4.08%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



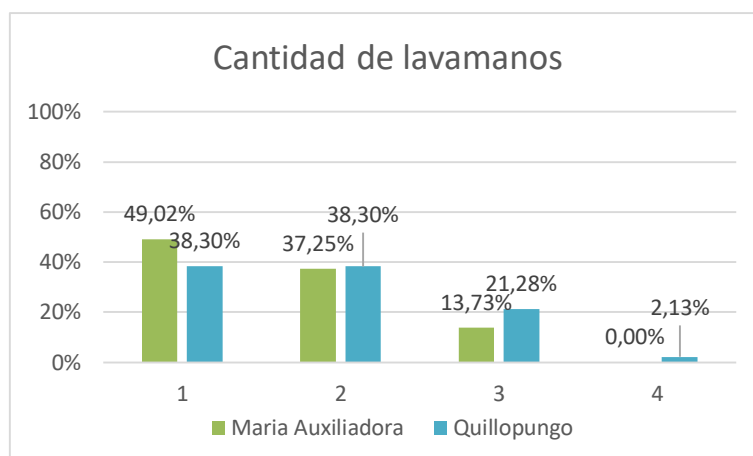
Gráfica 29 Porcentaje de lavamanos en el cuarto del baño.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 32 Porcentaje del número de lavamanos.

<i>Número de lavamanos</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quilopungo
1	49.02%	38.30%
2	37.25%	38.30%
3	13.73%	21.28%
4	0.00%	2.13%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 30 Porcentaje del número de lavamanos.

Fuente: Elaboración del autor.

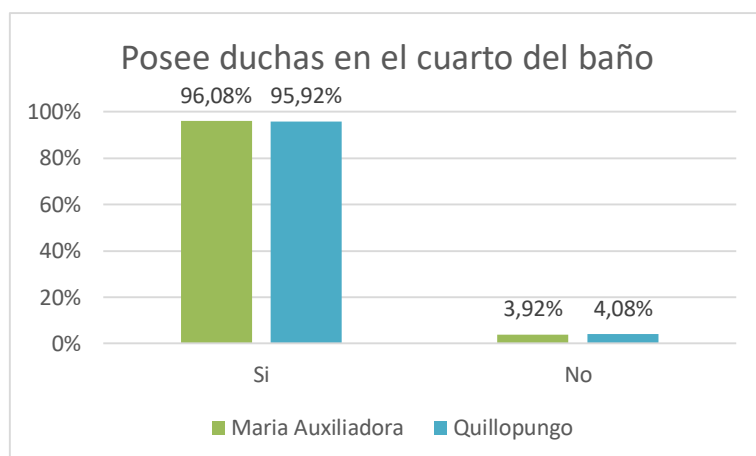
Como se mencionó antes, la ducha comúnmente se ubica en el cuarto del baño; con los datos recolectados en la encuesta se determinó que el 3.92% de las viviendas de María Auxiliadora no tienen las duchas donde corresponde, teniendo un resultado similar en Quillopungo con un 4.08% de sus casas, como se puede ver en la Tabla 33 y la Gráfica 31.

En la comunidad de María Auxiliadora existen edificaciones que tienen hasta 3 duchas, representado el 2.04% del total de viviendas y en el caso de Quillopungo el índice es más alto con un 8.51% de las casas, como se aprecia en la Tabla 34 y la Gráfica 32. Donde el 10.20% de los domicilios de María Auxiliadora y solo el 2.13% en Quillopungo no tienen agua caliente, lo que se indica en la Tabla 35 y la Gráfica 33

Tabla 33 Porcentaje de duchas en el cuarto del baño.

<i>Posee ducha en el cuarto del baño</i>	<i>Sector</i>	
	<i>María Auxiliadora</i>	<i>Quillopungo</i>
Si	96.08%	95.92%
No	3.92%	4.08%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



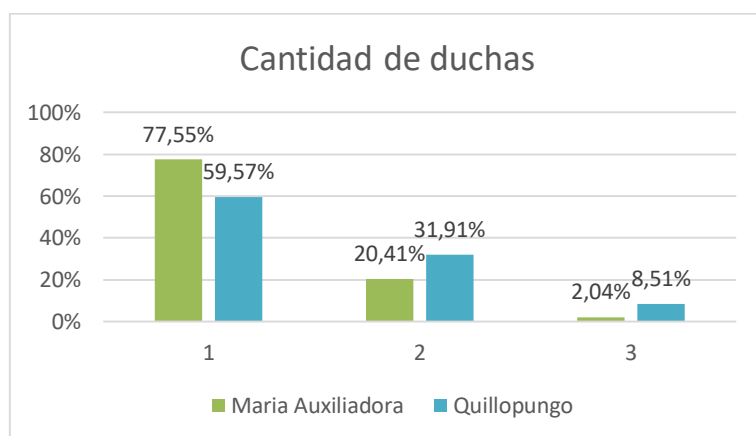
Gráfica 31 Porcentaje de duchas en el cuarto del baño.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 34 Porcentaje del número de duchas.

Número de duchas	Sector	
	María Auxiliadora	Quilopungo
1	77,55%	59,57%
2	20,41%	31,91%
3	2,04%	8,51%
Total	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración del autor.



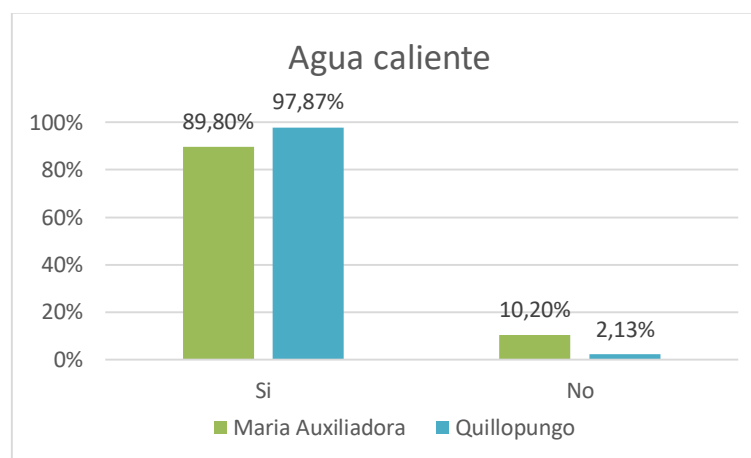
Gráfica 32 Porcentaje del número de duchas.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 35 Porcentaje de sistema de agua caliente en las viviendas.

<i>Posee agua caliente</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	89.80%	97.87%
No	10.20%	2.13%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 33 Porcentaje de sistema de agua caliente en las viviendas.

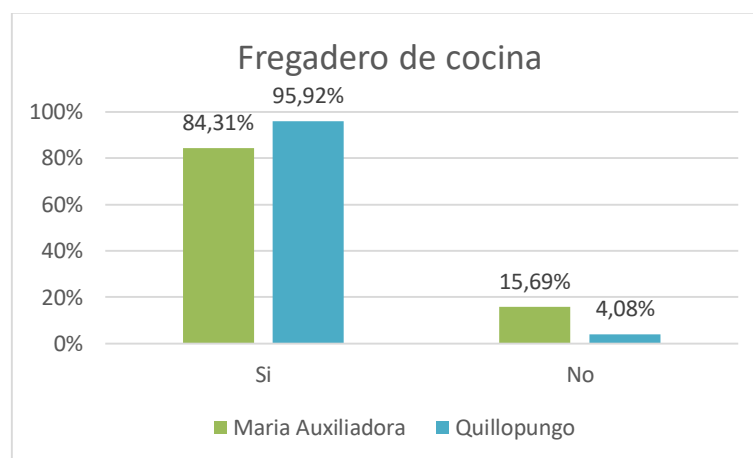
Fuente: Elaboración del autor.

Los métodos constructivos de hace muchos años atrás eran muy diferentes a los de la actualidad y esto se debía a motivos económicos y desconocimiento de criterios técnicos por parte de las personas que se encargaban de las construcciones, por esta razón el fregadero no se colocaba en la cocaba donde correspondía, por ello en la comunidad de María Auxiliadora el 15.69% de las viviendas no poseen un fregadero en la cocina, mientras que en Quillopungo solo el 4.08% del total de las casas en esa comunidad representando la cantidad de construcciones más antiguas; como indica la Tabla 36 y la Gráfica 34.

Tabla 36 Porcentaje de viviendas que poseen fregadero en la cocina.

<i>Fregadero en la cocina</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Si	84.31%	95.92%
No	15.69%	4.08%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 34 Porcentaje de viviendas que poseen fregadero en la cocina.

Fuente: Elaboración del autor.

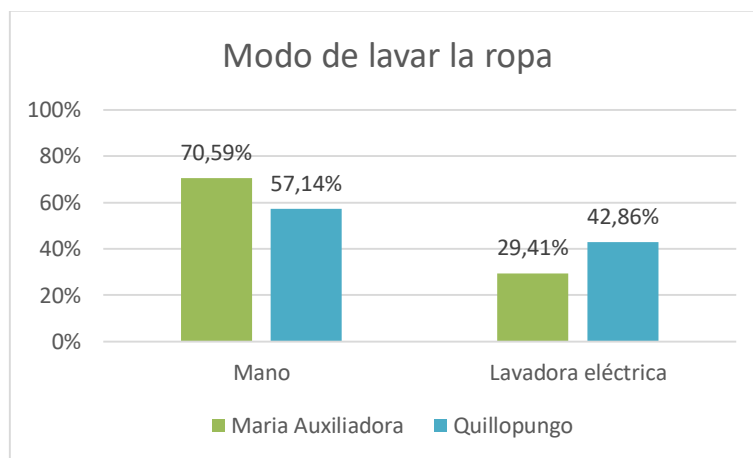
La Tabla 37 y Gráfica 35 indican que el 64% de los encuestados usan fregadero para lavar la ropa, en cambio el 36% utiliza lavadora para esta actividad.

Al momento del lavado de las prendas de vestir, una herramienta muy práctica es la lavadora eléctrica, ya que es una forma de ahorrar dinero por el menor consumo de agua a comparación de lavar manualmente, pero solo el 29.41% en María Auxiliadora y el 42.86% en Quillopungo de los pobladores tienen acceso a una de ellas, como se indica en la Tabla 37 y la Gráfica 35.

Tabla 37 Porcentaje de utilización de lavadora de ropa.

<i>Modo de lavar la ropa</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Manualmente	70.59%	57.14%
Lavadora eléctrica	29.41%	42.86%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 35 Porcentaje de utilización de lavadora de ropa.

Fuente: Elaboración del autor.

El servicio de alcantarillado que existe en las comunidades es eficiente; para medir el nivel de satisfacción de los usuarios, debe cumplir con el siguiente principio general de una red de saneamiento:

El sistema de alcantarillado debe recoger y conducir rápidamente las aguas residuales domésticas y pluviales, sin generar estancamiento, malos olores y fugas [23].

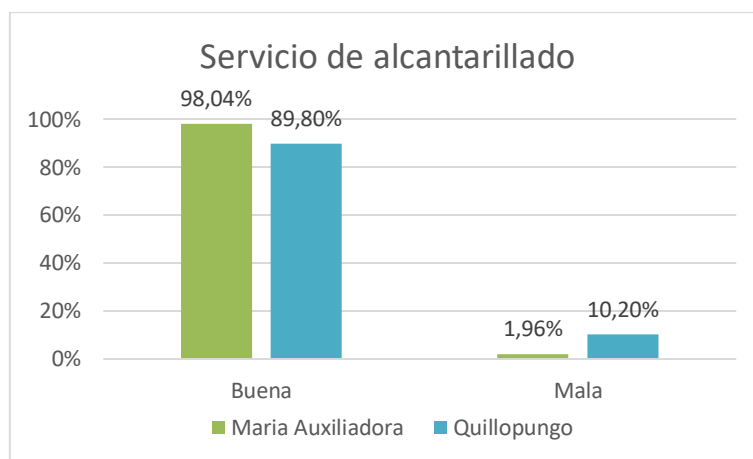
La comunidad de María Auxiliadora tiene un índice de satisfacción del 98.04%, es decir, que los pobladores están de acuerdo con que el alcantarillado cumple con el principio general de funcionamiento antes mencionado, por el contrario, el 1.96% restante no está satisfecho ya que existen malos olores. La comunidad de Quillopungo tiene un mayor porcentaje de usuarios en

desacuerdo con el funcionamiento del alcantarillado con un 10.20%, y esto se debe a que en época de lluvias se taponan los drenajes y se estanca el agua servida cerca de sus viviendas y generan malos olores. La Tabla 38 y la Gráfica 36 resumen los resultados del nivel de satisfacción sobre el servicio del alcantarillado.

Tabla 38 Opinión acerca del servicio de alcantarillado.

<i>Opinión sobre el servicio de alcantarillado</i>	<i>Sector</i>	
	María Auxiliadora	Quillopungo
Buena	98.04%	89.80%
Mala	1.96%	10.20%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 36 Opinión acerca del servicio de alcantarillado.

Fuente: Elaboración del autor.

3.2.9.3. Tratamiento de aguas residuales

En la comunidad de María Auxiliadora y Quillopungo se realizaron los proyectos de construcción de PTAR para sustituir a plantas que ya cumplieron su vida útil y de este modo evitar la contaminación que se puede generar con el vertido de las aguas residuales que proviene de las comunidades en el cuerpo receptor, donde los sistemas están constituidos por tratamiento

preliminar, tratamiento primario y tratamiento secundario que disminuyen la concentración de los contaminantes que transporta el agua después de ser utilizada; a dichas plantas se les realizará una evaluación de su eficiencia con base en factores específicos que se describirán en el siguiente capítulo.

Las PTAR estudiadas tienen características similares, ya que las dos plantas constan de los mismos tratamientos de agua residual, un cajón de ingreso, una fosa séptica y un filtro anaerobio para la depuración del afluente. El criterio de diseño que modifica cada planta es la población a servir, ya que la comunidad de María Auxiliadora posee mayor cantidad de usuarios que la comunidad de Quillopungo, y por este motivo la planta de Quillopungo es más pequeña en relación a la planta de María Auxiliadora.

Capítulo 4

MÉTODOS Y PROCESOS DE ESTUDIO

4.1. Metodología de Monitoreo

Para el estudio de las P.T.A.R., se desarrolló un programa de monitoreo que consta de las siguientes actividades:

Medición de caudales

Establecer los caudales sanitarios que abastecen a las plantas de tratamiento, las descargas de los efluentes finales y el caudal del cuerpo receptor, específicamente del río Biblicay, mediante la aplicación del método volumétrico, descrito por Ramírez Callejas et ál. [24] como el tiempo requerido que tarda en llenar un recipiente de un volumen conocido, este método es muy exacto para medir caudales en corrientes pequeñas. Rivas Mijares [12] menciona que es aconsejable realizar aforos, para varios días distintos de la semana y durante varias semanas escogidas en forma tal, que queden distribuidas adecuadamente dentro de los meses secos y lluviosos del año.

Para determinar el caudal de agua residual generado por la población y el caudal que llega a la planta de tratamiento, se procede de la siguiente forma:

- Cálculo de caudal teórico que ingresa a la planta según la población actual.
- Determinación de caudal teórico que llegará a la planta según el período de diseño de 20 años.
- Aforo de caudales reales que ingresan y se descargan de la planta de tratamiento a lo largo del día.

Muestreo de aguas residuales

Para la evaluación de los parámetros físicos y químicos de los sistemas de tratamiento de agua residual de los afluentes y efluentes de cada una de las comunidades, para ello se aplicó la

toma de muestra instantánea, definido por Sierra Ramirez [25] como la representación de una muestra de agua residual en el momento de la recolección, en muchos casos los efluentes son muy constantes con sus características físicas y químicas por ello una o varias muestras llegan a representar la calidad del agua, por ello algunos parámetros como el oxígeno disuelto, la temperatura, etc., pueden ser analizados con una muestra instantánea. Tomando en consideración las adecuadas normas de recolección, manejo, conservación y transporte de muestras según indica la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169 [26], para su análisis en el laboratorio especializado.

Análisis de resultados

Los valores obtenidos por el aforo del agua residual que ingresa y descarga la planta de tratamiento de cada comunidad, se comparará con los valores de un caudal de diseño calculado según las condiciones reales y actuales con las que trabajan las plantas y estimar si existe una diferencia entre el caudal real y el caudal teórico.

Los resultados que reflejen los análisis del laboratorio del agua residual de cada uno de los parámetros se tabularán para observar el comportamiento de la calidad de agua residual cruda y comparar con el nivel de carga contaminante que es generado por la población actual. Se estimará los valores promedio de cada parámetro analizado para determinar la eficiencia de depuración de cada uno después del tratamiento de depuración de las plantas.

Finalmente, con un análisis de parámetros físicos y químicos del río Biblicay y los resultados obtenidos del laboratorio del efluente que se vierte en el agua, conocer el comportamiento de la autodepuración que tiene el cuerpo receptor después de la descarga.

4.1.1. Materiales y Equipos Usados

Para realizar el trabajo de campo es necesario utilizar los materiales y equipos indicados a continuación:

+ Materiales y equipos para la evaluación física de las P.T.A.R.

- Cinta métrica
- Libreta de apuntes
- Planos de diseño
- Cámara fotográfica
- GPS

+ Materiales y equipos para la medición de caudales.

- E.P.P.
- Cinta métrica
- Balde plástico de 12 litros
- Recipiente de plástico de 44 litros
- Libreta de apuntes
- Cronómetro
- GPS
- Cámara fotográfica
- Soga o cuerda de yute

+ Materiales y equipos para el muestreo de las aguas residuales.

- E.P.P.
- Envases de vidrio de ámbar de 1000 ml
- Cooler de espuma flex
- Balde plástico
- Soga o cuerda de yute

- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica
- Multiparamétrico

4.1.2. Parámetros Medidos

La caracterización física y química de las muestras tomadas in situ se realizó en el laboratorio IHTA LAB de la ciudad de Azogues. Las normas de análisis para agua residual aplicadas en el laboratorio fueron con base en los métodos estandarizados APHA, American Public Health Association y SM, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater descritos en el Anexo 2.

4.1.3. Frecuencia de Monitoreo

Para realizar la recolección de las muestras se determinó un período de tiempo que represente los siete días de la semana, en el cual puedan existir variaciones de los parámetros a analizar, con el fin de realizar un seguimiento adecuado del comportamiento del agua residual cruda y depurada de las dos plantas de tratamiento, para ello se realizó el siguiente programa de muestreo:

- i. Identificación de los puntos de muestreo.
- ii. Toma de muestras en los sitios escogidos.
- iii. Preservación y traslado de las muestras.
- iv. Toma de parámetros físicos con el uso del multiparamétrico en los puntos de muestreo del río Biblicay.
- v. Determinación de los parámetros químicos en el laboratorio IHTA LAB.
- vi. Comparación de los resultados con la normativa vigente.
- vii. Informe final de resultados.

4.1.4. Límites Permisibles Según la Normativa Vigente

Toda planta de tratamiento de agua residual debe cumplir ciertos lineamientos para su puesta a funcionamiento, en este caso la normativa vigente es el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULASMA). Libro VI, Anexo I. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, el cual impone los valores admisibles para los parámetros físicos y químicos de un afluente, efluente y cuerpo receptor, indicado en el Anexo 3, 4 y 5 respectivamente.

4.1.5. Determinación de Carga Contaminante

Con el fin de identificar la calidad del agua residual cruda generada por la población; se determina la concentración de la carga contaminante que tendrá el afluente a partir de los aportes per cápita establecidos en el Anexo 7, con la siguiente expresión:

$$CC = \frac{A \cdot P}{Q} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

CC = Concentración de carga contaminante del parámetro a determinar

A = Aporte per cápita del parámetro a determinar

P = Población

Q = Caudal

Un cuerpo de agua receptor o una planta de tratamiento tiene una capacidad específica de asimilación de contaminantes. En lo que respecta a un río, este perderá las mejores condiciones de uso y se convertirá en un río contaminado si se supera la capacidad de asimilación. En el que se refiere a una planta de tratamiento, si excede su capacidad de tratamiento, por carga o concentración, el sistema encontrará dificultades operativas, puede perder su capacidad de eliminación de contaminantes y producir aguas residuales de menor calidad que la requerida [13].

4.1.6. Determinación de la Eficiencia de la Planta de Tratamiento

Determinar la eficiencia de una P.T.A.R. es complejo ya que pueden existir variaciones en los afluentes y efluentes, según el tiempo de retención hidráulica que puedan tener cada uno de los componentes de las plantas de tratamiento. El grado de eficiencia se podría definir como la disminución porcentual que tendrían las cargas de contaminación después de pasar por el proceso de depuración de una planta de tratamiento [27].

Para ello, el grado de eficiencia se calcula con la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100 \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

Grado de eficiencia (η) en % sería la diferencia entre la sumatoria de las cargas que ingresan a la planta (FZ) menos la sumatoria de las cargas en el flujo de salida en la planta (FA), entre la sumatoria de las cargas que ingresan a la planta (FZ), todo por 100 para estimar el porcentaje total.

4.1.7. Diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residual

Con base en todos los resultados obtenidos en el trabajo de campo y laboratorio (información real) y trabajo de escritorio (cálculos), se diseñarán plantas de tratamiento teóricas para comparar con los sistemas de depuración existente de cada comunidad y obtener una visión más técnica del porcentaje de eficiencia de funcionamiento que tengan las mismas, para ello se seguirá el siguiente orden:

- a) Diseño teórico con base en la población actual.
- b) Diseño teórico con base en el período de diseño de 20 años, hasta el 2032.
- c) Diseño real con el funcionamiento actual.

Considerando los criterios técnicos sustentados en la siguiente normativa:

- Secretaria del Agua (1992), Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas de Residuos Líquidos en el Área Rural.
- Secretaria del Agua (1992), Normas para Estudios y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes.
- Asociación Brasileña de Normas Técnicas (1997), NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de Tratamiento Complementario y Eliminación Final de Efluentes Líquidos - Diseño, Construcción y Operación.
- Ministerio del Ambiente (2017), Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULASMA). Libro VI, Anexo I. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

4.1.8. Capacidad de Autodepuración del Cuerpo Receptor

La disposición final de las aguas residuales puede ser en diferentes cuerpos receptores como el mar, un río, el suelo, el subsuelo, etc., por medio de un sistema de alcantarillado. Generalmente las entidades estatales son responsables del mantenimiento de la calidad del agua o para este caso en particular, EMAPAL E.P. y el G.A.D. parroquial de Luis Cordero, deben controlar el cumplimiento de estándares de calidad y límites permisibles de descarga de agua que aseguren el bienestar del recurso hídrico. El agua dulce tiene cierta capacidad de asimilar una cantidad de contaminante sin perjuicios serios, ya que puede acoplarse a condiciones modificadas por el ciclo biológico. Evidentemente la autopurificación, características del agua residual y del cuerpo receptor son muy importantes sobre los resultados de una descarga contaminante [13].

Modelo de Streeter Phelps

Este modelo fue publicado en 1944, donde se abordó la contaminación y depuración natural de un río, que presenta la modelación matemática de oxígeno disuelto OD y demanda bioquímica de oxígeno DBO [25]. A continuación, en la Ilustración 19, se representa el modelo Streeter Phelps.

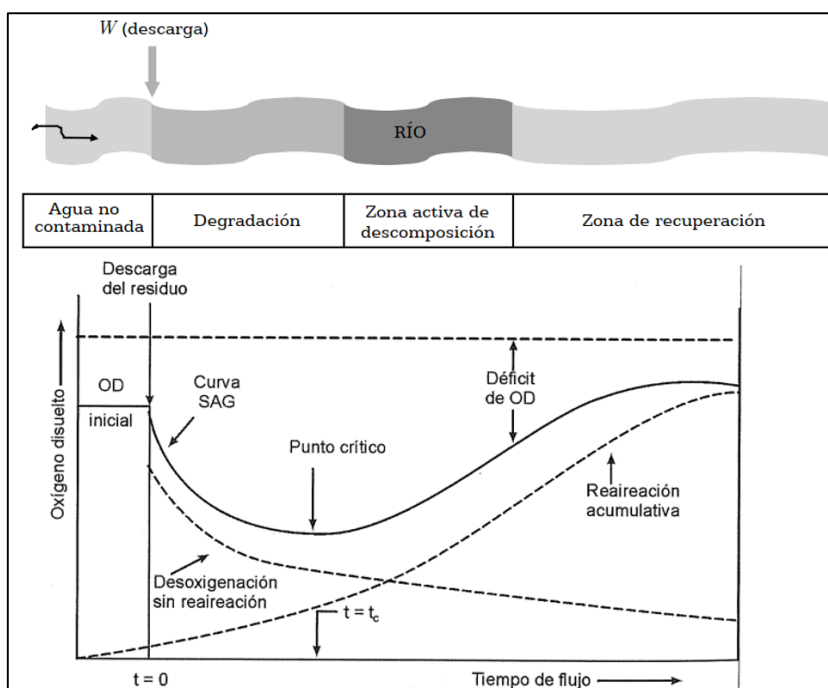


Ilustración 19 Representación gráfica de la ecuación de déficit de oxígeno.

Fuente: Tomado de Romero Rojas [13].

Los puntos de interés especial en la curva SAG:

- Punto de OD mínimo o punto de déficit máximo de OD.
- Tiempo de flujo para alcanzar el punto crítico o punto de OD mínimo.

Para la aplicación de este modelo, se requiere los siguientes datos:

- ✓ Datos de DBO
- ✓ Datos de OD
- ✓ Datos de temperatura del agua

- ✓ Velocidades del flujo
- ✓ Tasas de reaireación
- ✓ Tasas de desoxigenación

Para realizar el cálculo es necesario conocer las condiciones iniciales del efluente y el cuerpo receptor aguas arriba, y realizar un balance de masa después de que se descarga el efluente en el río, como se describe en la Ilustración 20.

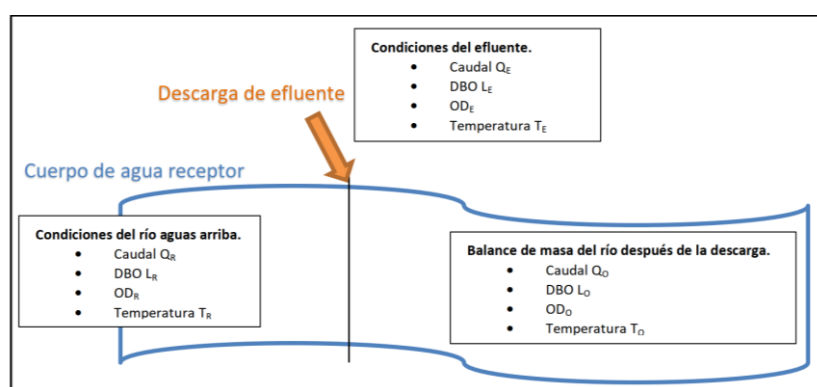


Ilustración 20 Esquema de las características conocidas antes y después de la descarga.

Fuente: Elaboración del autor.

El balance de masa para conocer las condiciones del río aguas abajo, después de la descarga del efluente, se realiza con el siguiente procedimiento:

El caudal inicial (Q_O) se determina de la sumatoria de los caudales luego de la descarga del efluente, con la siguiente ecuación:

$$Q_O = Q_R + Q_E \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

Q_O = Caudal (m³/s)

Q_R = Caudal del río aguas arriba (m³/s)

Q_E = Caudal del efluente (m³/s)

La temperatura (T_o) se obtiene de la mezcla del agua luego de la descarga del efluente al cuerpo receptor, con la siguiente ecuación:

$$T_o = \frac{Q_R * T_R + Q_E * T_E}{Q_o} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

T_o = Temperatura inicial del río (°C)

T_R = Temperatura del río aguas arriba (°C)

T_E = Temperatura del efluente (°C)

La combinación de la DBO (L_o) que se genera luego de la descarga al cuerpo receptor se determina con la siguiente ecuación:

$$L_o = \frac{Q_R * L_R + Q_E * L_E}{Q_o} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

L_o = DBO inicial (mg/l)

L_R = DBO del río aguas arriba (mg/l)

L_E = DBO del efluente (mg/l)

Al realizar la descarga del fluente al cuerpo receptor, se genera una variación del oxígeno disuelto presente en el agua del río, para calcularlo se aplica la siguiente expresión:

$$OD_o = \frac{Q_R * OD_R + Q_E * OD_E}{Q_o} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

OD_o = Oxígeno disuelto inicial (mg/l)

OD_R = Oxígeno disuelto del río aguas arriba (mg/l)

OD_E = Oxígeno disuelto del efluente (mg/l)

Para la determinación del déficit inicial de oxígeno D_0 , se obtiene de la diferencia del oxígeno disuelto de saturación y oxígeno disuelto inicial:

$$D_0 = \text{Saturación del OD} - OD_0 \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

D_0 = Déficit inicial de oxígeno (mg/l)

La Saturación del OD (mg/l) se obtiene según la temperatura del río aguas abajo (T_0) con la ayuda del Anexo 6.

Romero Rojas [13], indica que, la tasa de cambio de déficit de OD se determina por la diferencia entre la desoxigenación del agua, debida a la remoción de DBO y materia orgánica por oxidación biológica, y el suministro de OD o la reaireación que proviene de la atmósfera, y el déficit de OD y la turbiedad causan.

$$D = \frac{K_1 L_0}{K_2 + K_1} [e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}] + D_0 e^{-K_2 t} \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

D = déficit de OD para el tiempo t , (mg/l)

L_0 = DBO inicial, $t = 0$ (mg/l)

t = tiempo del flujo (días)

K_1 = constante de desoxigenación

K_2 = constante de aireación

D_0 = déficit inicial de OD

Cuando el flujo sea en el tiempo $t = t_c$, el punto crítico o punto de déficit máximo de OD ocurrirá. Para este punto el déficit de OD no cambia y las tasas de desoxigenación y reaireación son iguales [13].

$$t_c = \frac{1}{K_2 + K_1} \ln \left[\frac{K_2}{K_1} \left(1 - \frac{D_0(K_2 - K_1)}{K_1 L_0} \right) \right] \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

T_c = tiempo en el que llega al déficit crítico, (días)

La distancia X_C del punto de descarga del efluente al punto crítico se determina con:

$$X_C = v * t_c \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

v = velocidad del flujo en el río

Los valores de la desoxigenación y reaeración son constantes que se adoptan de la Tabla 39 que se indica a continuación, por medio de una interpolación entre los valores que se encuentren dentro del rango establecido, según el tipo del río, su velocidad y profundidad.

Tabla 39 Valores para las constantes de desoxigenación y reaeración..

Tipo de Río	K_2	K_1	Velocidad (m/s)	Profundidad (m)
Muy lento	0.05 – 0.1	0.03 – 0.08	0.03 – 0.2	3 - 6
Velocidad baja	0.1 – 1.0	0.05 – 0.7	0.03 – 0.2	0.9 – 3
Velocidad moderada	1 - 5	0.5 – 2.5	0.2 – 0.6	0.6 – 1.5
Rápidos	1 - 10	0.2 – 3.3	0.6 – 1.8	0.6 – 3.0

Fuente: Tomado de Romero Rojas [13].

Capítulo 5

RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Planta de Tratamiento de la comunidad de María Auxiliadora

El sistema de tratamiento fue construido en el año 2012, actualmente sirve a una población de aproximadamente 809 habitantes, como indica la Tabla 6.

5.1.1. Medición de Caudal

Para que la depuración del agua residual se realice de una forma correcta, debe existir un control en los caudales tanto, de ingreso, como descarga, ya que por lo general estos tienden a variar dependiendo de las épocas de lluvia o sequía.

5.1.1.1. Caudal teórico con base en la población actual

Realizada la determinación del caudal de diseño con base en la población actual, se obtiene un valor de 3,63 l/s, este valor se determinó con el procedimiento descrito en el Anexo 10.

5.1.1.2. Caudal teórico con base en el período de diseño

Para calcular el caudal que ingresa a la planta de tratamiento, es necesario definir ciertos criterios, como el período de diseño y la población futura.

Período de diseño

La planta de tratamiento fue diseñada para un período de 20 años, con un funcionamiento hasta el año 2032.

Población futura

La población futura se basa en el incremento demográfico que habrá en el período de diseño adoptado, para ello la tasa de crecimiento poblacional de cada método de cálculo, se determinará según el aumento de la población total de la parroquia Luis Cordero, misma que engloba a la

comunidad, para ello se cuenta con la información de los diferentes censos del INEC y del PDyOT de la parroquia Luis Cordero, como se indica en el Anexo 9.

Para establecer la población futura a la que se servirá, se calculó según los métodos: geométrico, aritmético y exponencial, como indica en la Tabla 40, Tabla 41 y Tabla 42 respectivamente. Adoptando el valor más desfavorable de 1752 habitantes, según el método aritmético, como se observa en la Gráfica 37.

Tabla 40 Método de crecimiento geométrico, María Auxiliadora.

Crecimiento Geométrico				
Cálculo de la razón r		Cálculo población futura		
$r = \sqrt[n]{\frac{P2}{P1}} - 1$		$Pf = Po(1 + r)^n$		
r1	2%	Año	María Auxiliadora	
r2	3%	2020	809	hab
r3	2%	2026	909	hab
r4	2%	2032	1020	hab
r promedio	2%			

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 41 Método aritmético o crecimiento lineal, María Auxiliadora.

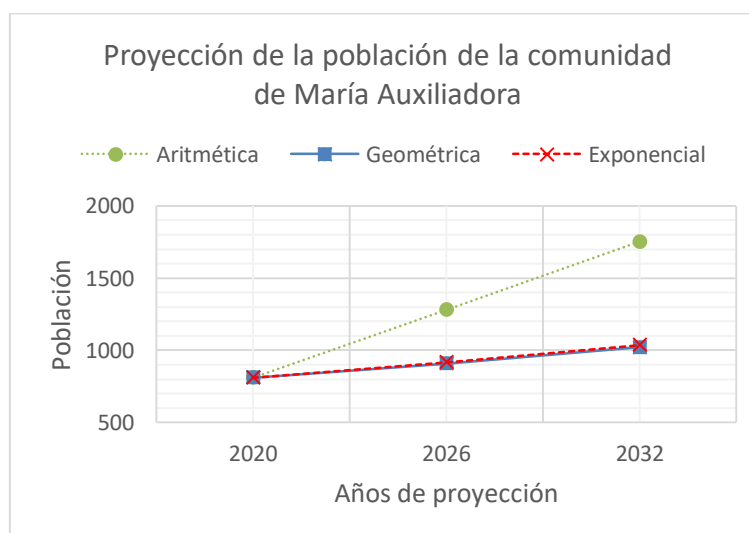
Método Aritmético o Crecimiento Lineal				
Cálculo pendiente k		Cálculo población futura		
$k = \left(\frac{P1 - P0}{m} \right)$		$Pf = Po + n(k)$		
k1	59.56	Año	María Auxiliadora	
k2	108.80	2020	809	hab
k3	70.40	2026	1281	hab
k4	75.37	2032	1752	hab
k promedio	78.53			

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 42 Método de crecimiento exponencial, María Auxiliadora.

Método Exponencial				
Cálculo de kg		Cálculo población futura		
$kg = \frac{\ln(P2) - \ln(P1)}{T2 - T1}$		$\ln(Pf) = \ln(Po) + kg(T2 - T1)$		
kg1	0.0166	Año	María Auxiliadora	
kg2	0.0263	2020	809	hab
kg3	0.0208	2026	916	hab
kg4	0.0188	2032	1037	hab
Kg promedio	0.0206			

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 37 Proyección de la población de la comunidad de María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.

Una vez determinada la población futura, se procede con el cálculo del caudal de diseño, obteniendo un valor de 5.52 l/s, como se indica en el procedimiento desarrollado en el Anexo 11.

5.1.1.3. Caudal real

Realizado el control de aforos de la P.T.A.R. de la comunidad de María Auxiliadora, se precisó un caudal promedio del afluente de 2.55 l/s, mientras que el efluente posee un caudal promedio de 0.90 l/s, como se puede observar en la Tabla 43.

Tabla 43 Caudal promedio del agua residual.

Caudal del Agua Residual		
Afluente	Efluente	
2.55	0.90	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

Para estimar la cantidad de agua que ingresa y sale de la planta de tratamiento se aplicó el método volumétrico, para ello se utilizó un volumen conocido de un recipiente de 12 litros. A continuación, la Tabla 44 muestra un resumen de los valores de los caudales medios diarios obtenidos en el monitoreo de aforos, tanto del afluente como del efluente con los que trabaja la planta de tratamiento.

Tabla 44 Resumen de resultados de aforos diarios de la P.T.A.R., María Auxiliadora.

Fecha	Afluente	Efluente	
03/06/2020	2.55	0.93	l/s
05/06/2020	2.49	0.90	l/s
08/06/2020	2.47	0.88	l/s
10/06/2020	2.58	0.90	l/s
12/06/2020	2.48	0.93	l/s
15/06/2020	2.57	0.96	l/s
17/06/2020	2.61	0.89	l/s
19/06/2020	2.53	0.97	l/s
23/06/2020	2.53	0.95	l/s

Tabla 46 Resumen de resultados de aforos diarios de la P.T.A.R., María Auxiliadora (Continuación).

<i>Fecha</i>	<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
25/06/2020	2.68	0.89	l/s
27/06/2020	2.47	0.88	l/s
29/06/2020	2.55	0.90	l/s
30/06/2020	2.49	0.89	l/s
03/07/2020	2.49	0.89	l/s
04/07/2020	2.50	0.89	l/s
08/07/2020	2.64	0.89	l/s

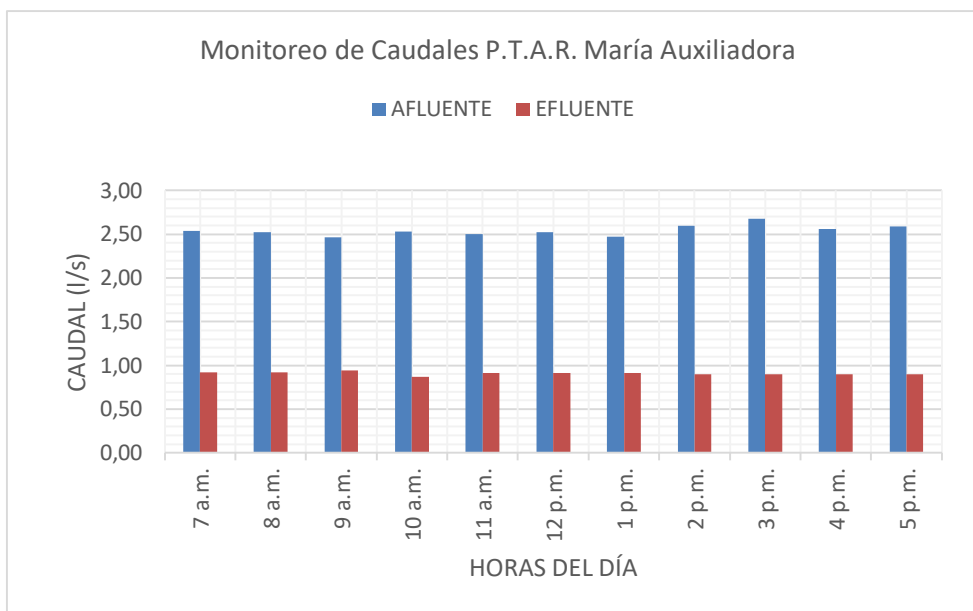
Fuente: Elaboración del autor.

La Tabla 45 y Gráfica 38 presentadas a continuación, indican los valores del caudal de ingreso y salida de la planta de tratamiento en cada hora del día.

Tabla 45 Resumen de resultados de aforo de afluente y efluente de la planta de tratamiento, María Auxiliadora.

<i>Hora de Aforo</i>	<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
7 a.m.	2.54	0.92	l/s
8 a.m.	2.52	0.92	l/s
9 a.m.	2.47	0.94	l/s
10 a.m.	2.53	0.87	l/s
11 a.m.	2.50	0.91	l/s
12 p.m.	2.52	0.91	l/s
1 p.m.	2.47	0.91	l/s
2 p.m.	2.60	0.90	l/s
3 p.m.	2.68	0.90	l/s
4 p.m.	2.56	0.90	l/s
5 p.m.	2.59	0.90	l/s
6 p.m.	2.58	0.90	l/s
7 p.m.	2.55	0.89	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

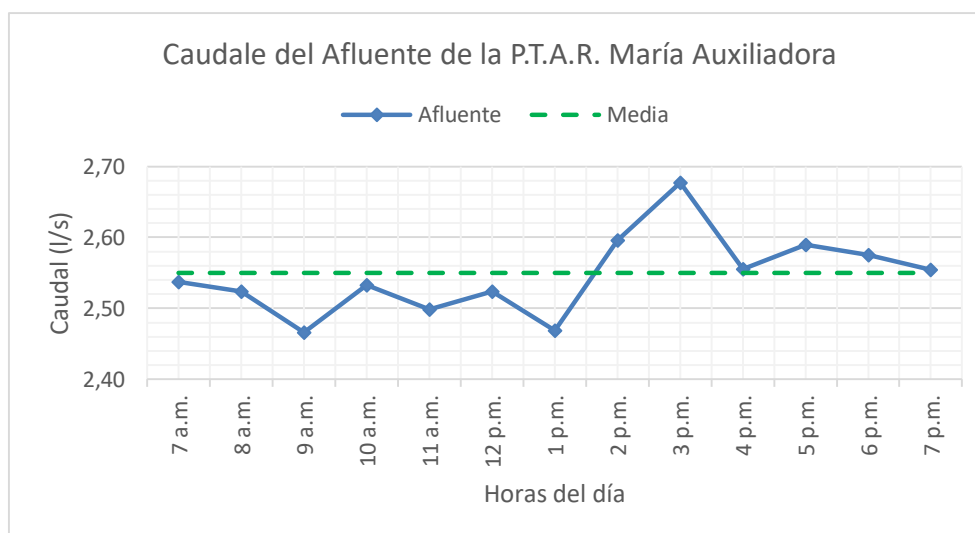


Gráfica 38 Resumen de resultados del aforo por hora de la P.T.A.R., María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.

Como se observa en la gráfica existe una diferencia muy notable en el caudal de salida con respecto al agua que ingresa a la planta, más específicamente solo sale el 35.30% de agua residual depurada y el 64.70% no es tratada, esto se debe a que en el tanque repartidor de caudales, la rejilla de entrada no ha tenido la limpieza adecuada y por ello esta tapona el ingreso del agua residual a la tubería que conecta con la fosa séptica, y el caudal que no ingresa se desvía por un lateral, hacia la tubería de evacuación y este no es tratado de ninguna forma para su depuración y se vierte directamente al cuerpo receptor final junto con el efluente que si fue depurado.

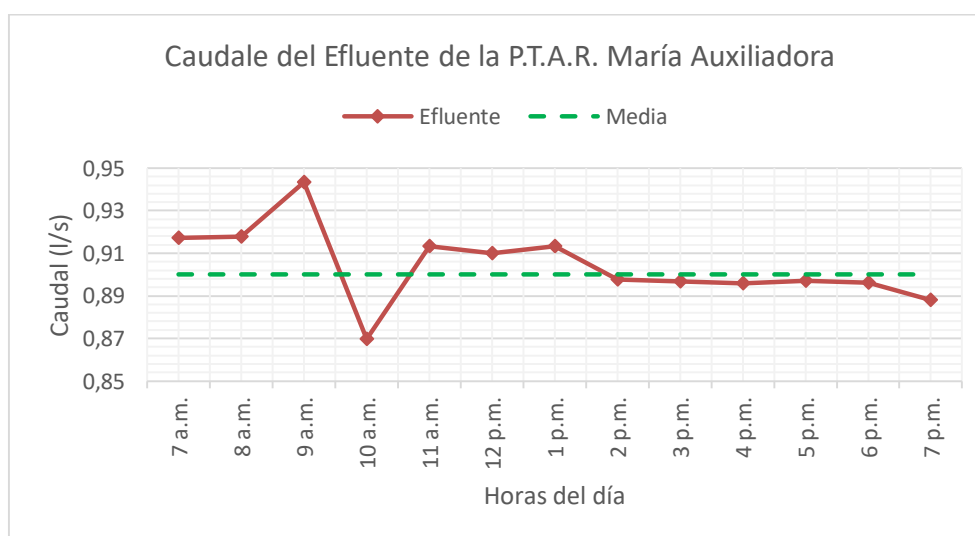
La Gráfica 39 a continuación representa la variación del caudal a lo largo del día; donde se puede notar que existe una diferencia de 0.21 l/s entre los dos picos más característicos del afluente que se generan en horas de la tarde, específicamente entre la 1 y 3 pm, debido a que cerca de la planta existe un sistema de riego que se activa al medio día, generando un ingreso extra de agua al sistema de alcantarillado y este deja de funcionar en horas de la tarde.



Gráfica 39 Caudal de ingreso a la P.T.A.R., María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.

Por otra parte, la diferencia entre los picos más característicos del efluente que indica la Gráfica 40, entre las 9 y 10 am, es de 0,09 l/s que, al ser un valor muy pequeño, no representaría un aumento notable de la contaminación en el cuerpo receptor.



Gráfica 40 Caudal de salida de la P.T.A.R., María Auxiliadora.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 46 Caudal máximo, medio y mínimo de la P.T.A.R. de María Auxiliadora.

	<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
Máximo	2.68	0.94	l/s
Medio	2.55	0.90	l/s
Mínimo	2.47	0.87	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

La Tabla 46 indica los valores máximo, medio y mínimo del caudal horario, estos valores indican que no existe mucha diferencia entre los rangos de flujo del agua, es decir, que generalmente existe un caudal continuo a lo largo del día.

Análisis de Resultados

El agua residual que genera la población de la comunidad de María Auxiliadora y que se descarga en la planta de tratamiento es de 2.55 l/s. El caudal calculado según la población actual a la que sirve el sistema de depuración es de 3.63 l/s, existiendo una diferencia del 29.75% con el caudal real, esto quiere decir que la producción de residuos líquidos de los habitantes de la comunidad se mantiene bajo el margen de generación esperada, siendo de beneficio para la planta, ya que de esta forma puede trabajar con el rendimiento deseado.

El caudal estimado para los 20 años fue de 5.52 l/s, es decir, que cada año la producción de agua residual ira aumentando en promedio un 0.05%, por lo tanto, para el año 2020 la estimación del caudal rondaría por el valor de caudal real, 2.55 l/s, de igual manera, se mantendría en el margen de diseño para el correcto funcionamiento.

5.1.2. Caracterización del agua residual

5.1.2.1. Determinación de las cargas contaminantes

A continuación, de acuerdo con el aporte per cápita para aguas residuales, se presentan los resultados del cálculo de las cargas contaminantes de la DBO, DQO y Sólidos Suspendidos respectivamente, que genera la población actual.

- Carga contaminante de DBO, María Auxiliadora.

$$CC = \frac{A * P}{Q}$$

$$CC = \frac{0.58 \left[\frac{mg}{hab * s} \right] * 809 [hab]}{2.55 \left[\frac{l}{s} \right]}$$

$$CC = 183.60 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

- Carga contaminante de DQO, María Auxiliadora.

$$CC = \frac{A * P}{Q}$$

$$CC = \frac{1.39 \left[\frac{mg}{hab * s} \right] * 809 [hab]}{2.55 \left[\frac{l}{s} \right]}$$

$$CC = 440.63 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

- Carga contaminante de Sólidos Suspendidos, María Auxiliadora.

$$CC = \frac{A * P}{Q}$$

$$CC = \frac{0.69 \left[\frac{mg}{hab * s} \right] * 809 [hab]}{2.55 \left[\frac{l}{s} \right]}$$

$$CC = 220 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

Análisis de Resultados

Los valores presentados de la carga contaminante de cada parámetro se calcularon para tener una referencia de que cantidad de contaminante aportado por habitante se transportará en el caudal real aforado, obteniendo valores que cumplen con la normativa de los límites de descarga al alcantarillado.

5.1.2.2. Muestreo del agua residual

Se establecieron dos puntos de muestreo para la caracterización del afluente y efluente que se enviaron al laboratorio especializado. El primero se ubicó en el tanque repartidor de caudales a la entrada de la planta y el otro punto se tomó en la descarga final de la tubería de PVC que se encuentra a 91 metros de la planta de tratamiento. Las muestras para los análisis de laboratorio se tomaron en diferentes fechas para conocer la variación de cada parámetro a lo largo del estudio y establecer un valor promedio de concentración de la carga contaminante.

Identificados los puntos de muestreo, se procedió con la toma de muestras, transporte y análisis de laboratorio del agua residual, obteniendo los resultados de cada parámetro tanto del afluente como del efluente, así como la verificación del cumplimiento de acuerdo con la norma establecida por el TULASMA y el valor promedio de concentración de la carga contaminante, cuyos datos se indican en las siguientes tablas y gráficas.

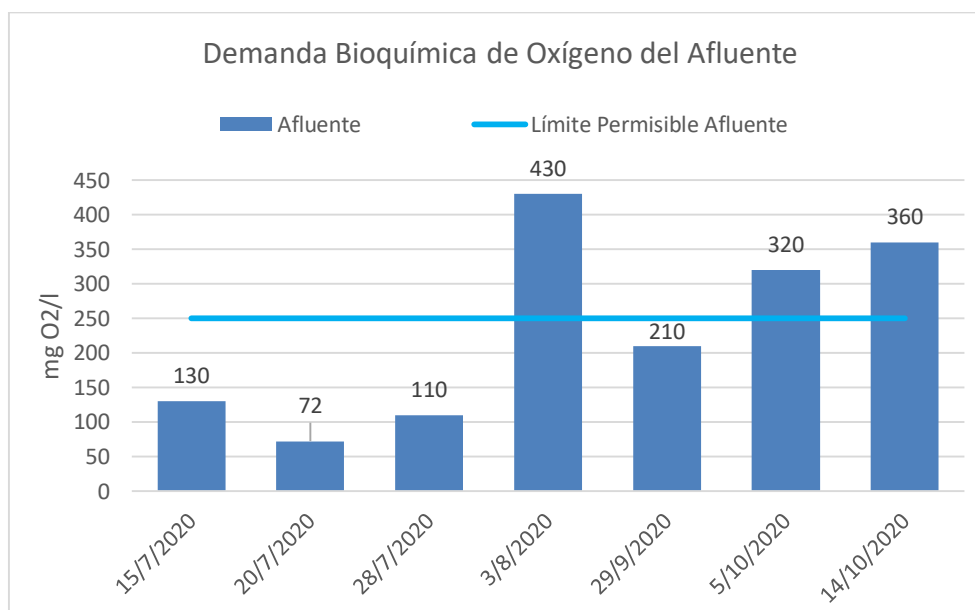
Tabla 47 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluente, María Auxiliadora.

<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluente</i>				
Fecha	Unidad	Afluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg O2/l	130	250	Cumple
20/07/2020	mg O2/l	72	250	Cumple

Tabla 47 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluyente, María Auxiliadora (Continuación).

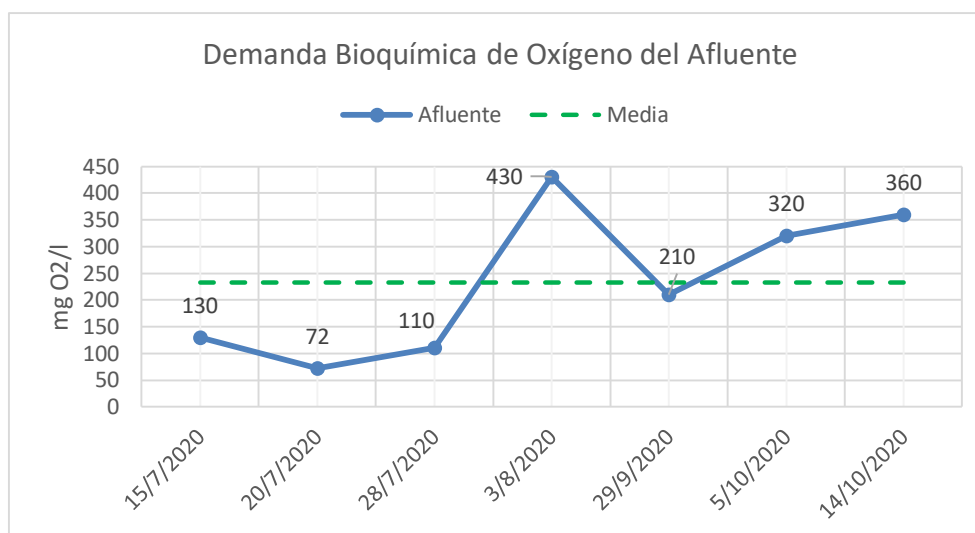
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluyente</i>				
Fecha	Unidad	Afluyente	Límite Permisible	Criterio
28/07/2020	mg O ₂ /l	110	250	Cumple
03/08/2020	mg O ₂ /l	430	250	No Cumple
15/07/2020	mg O ₂ /l	130	250	Cumple
20/07/2020	mg O ₂ /l	72	250	Cumple
28/07/2020	mg O ₂ /l	110	250	Cumple
03/08/2020	mg O ₂ /l	430	250	No Cumple
29/09/2020	mg O ₂ /l	210	250	Cumple
05/10/2020	mg O ₂ /l	320	250	No Cumple
14/10/2020	mg O ₂ /l	360	250	No Cumple
Valor promedio	mg O₂/l	233.14	250	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 41 DBO obtenido en el afluyente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



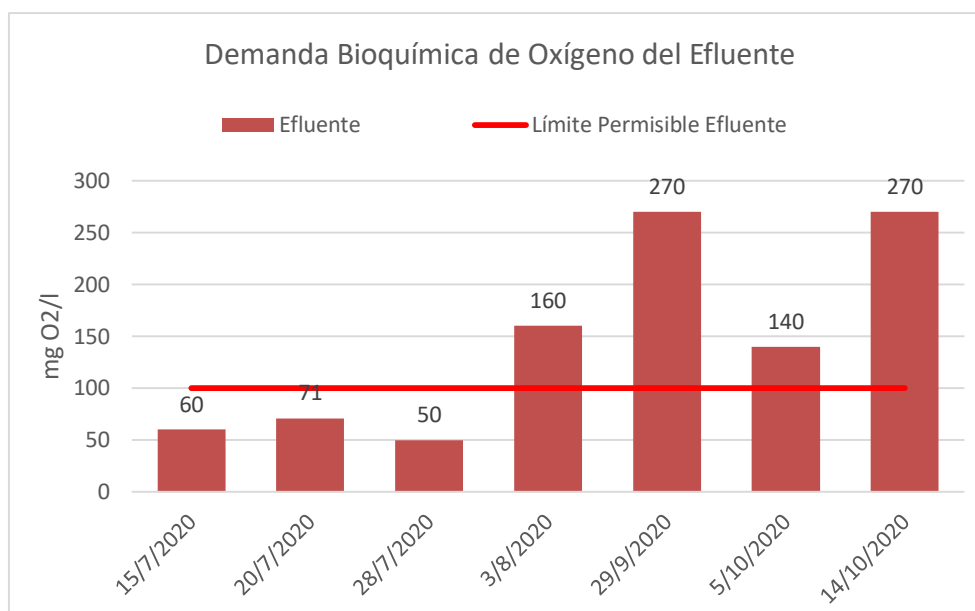
Gráfica 42 Valor promedio de la DBO del afluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 48 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Efluente, María Auxiliadora.

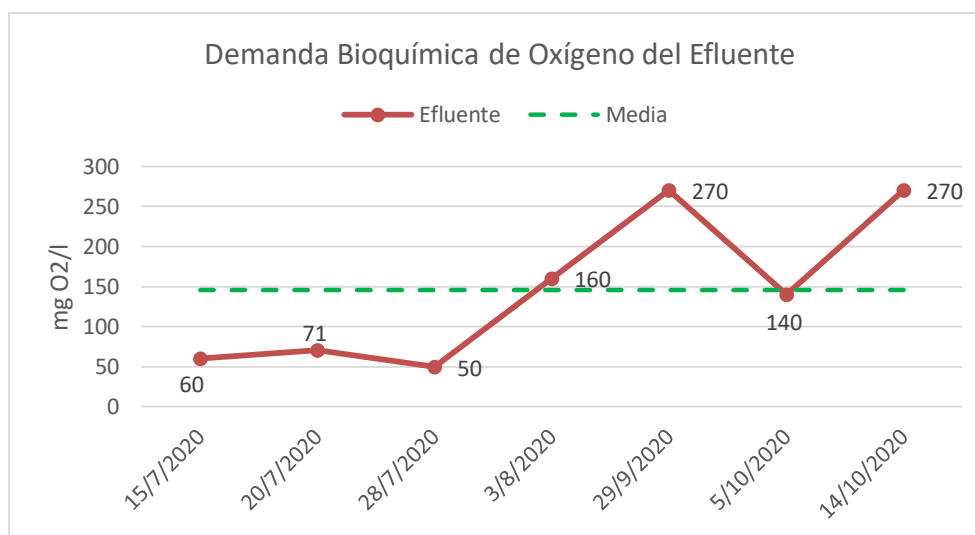
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno del Efluente</i>				
Fecha	Unidad	Efluente	Límite Permissible	Criterio
15/07/2020	mg O ₂ /l	60	100	Cumple
20/07/2020	mg O ₂ /l	71	100	Cumple
28/07/2020	mg O ₂ /l	50	100	Cumple
03/08/2020	mg O ₂ /l	160	100	No Cumple
29/09/2020	mg O ₂ /l	270	100	No Cumple
05/10/2020	mg O ₂ /l	140	100	No Cumple
14/10/2020	mg O ₂ /l	270	100	No Cumple
Valor promedio	mg O₂/l	145.86	100	No Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 43 DBO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



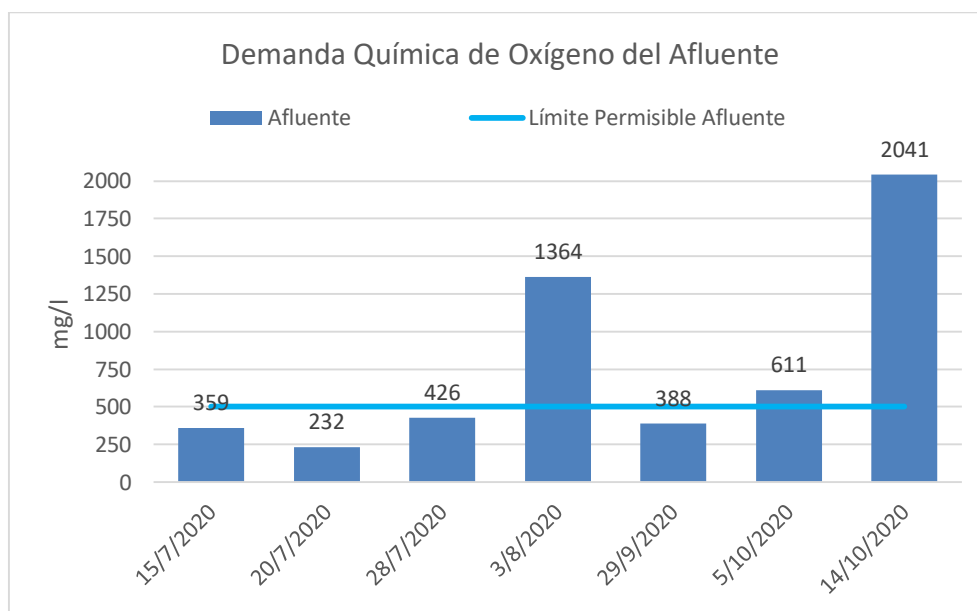
Gráfica 44 Valor promedio de la DBO del efluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 49 Demanda Química de Oxígeno del Afluyente, María Auxiliadora.

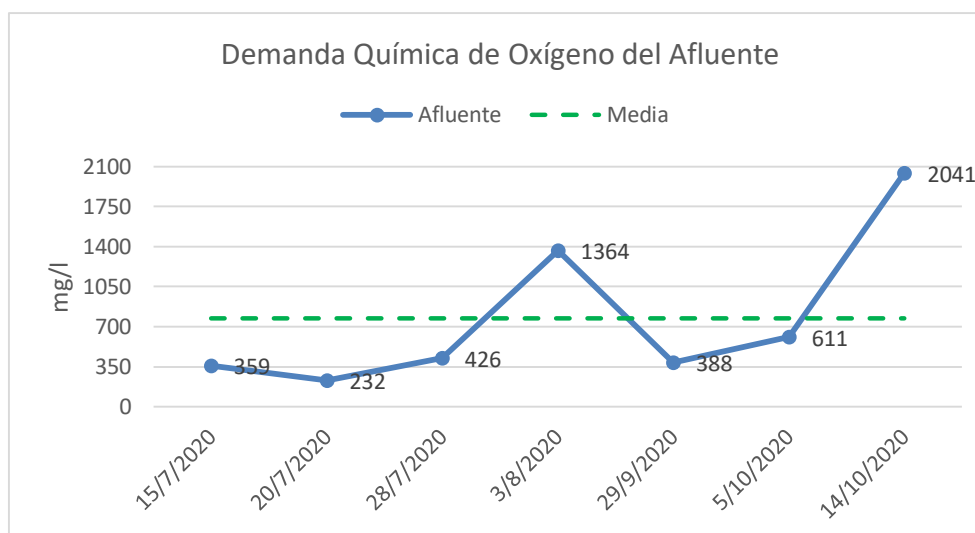
<i>Demanda Química de Oxígeno del Afluyente</i>				
Fecha	Unidad	Afluyente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	359	500	Cumple
20/07/2020	mg/l	232	500	Cumple
28/07/2020	mg/l	426	500	Cumple
03/08/2020	mg/l	1364	500	No Cumple
29/09/2020	mg/l	388	500	Cumple
05/10/2020	mg/l	611	500	No Cumple
14/10/2020	mg/l	2041	500	No Cumple
Valor promedio	mg/l	774.43	500	No Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 45 DQO obtenido en el afluyente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



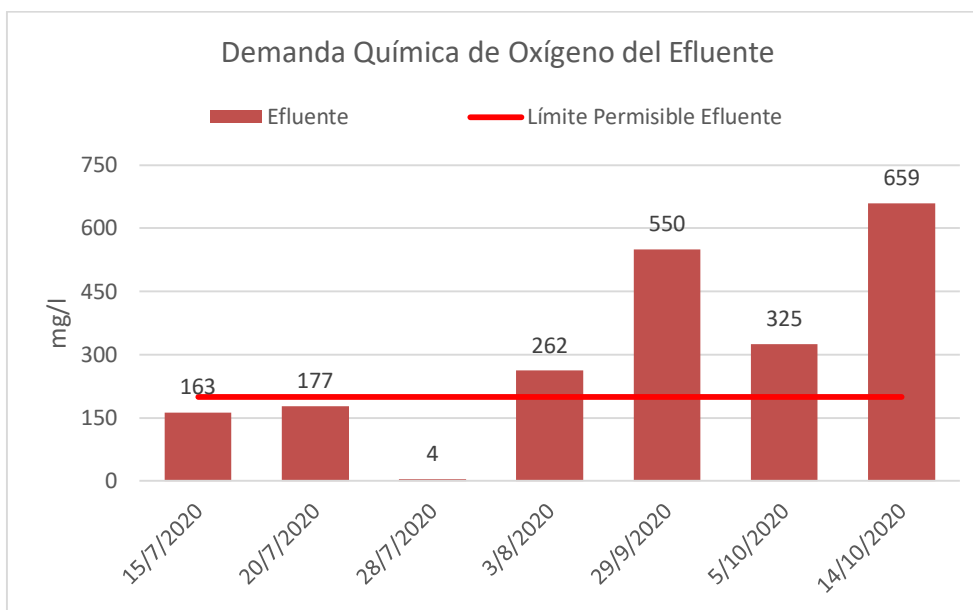
Gráfica 46 Valor promedio de la DQO del afluyente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 50 Demanda Química de Oxígeno del Efluente, María Auxiliadora.

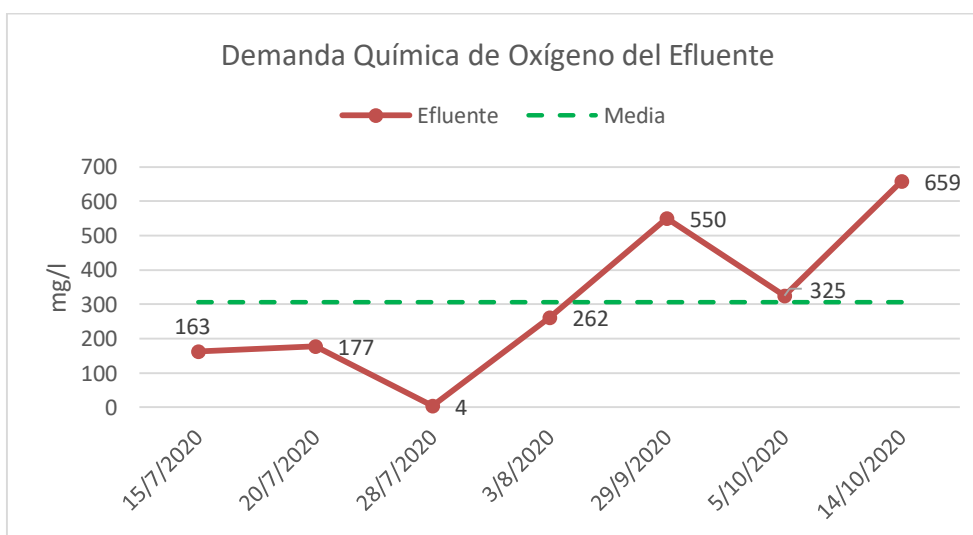
Demanda Química de Oxígeno del Efluente				
Fecha	Unidad	Efluente	Límite Permissible	Criterio
15/07/2020	mg/l	163	200	Cumple
20/07/2020	mg/l	177	200	Cumple
28/07/2020	mg/l	4	200	Cumple
03/08/2020	mg/l	262	200	No Cumple
29/09/2020	mg/l	550	200	No Cumple
05/10/2020	mg/l	325	200	No Cumple
14/10/2020	mg/l	659	200	No Cumple
Valor promedio	mg/l	305.71	200	No Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 47 DQO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.

Elaboración del autor.



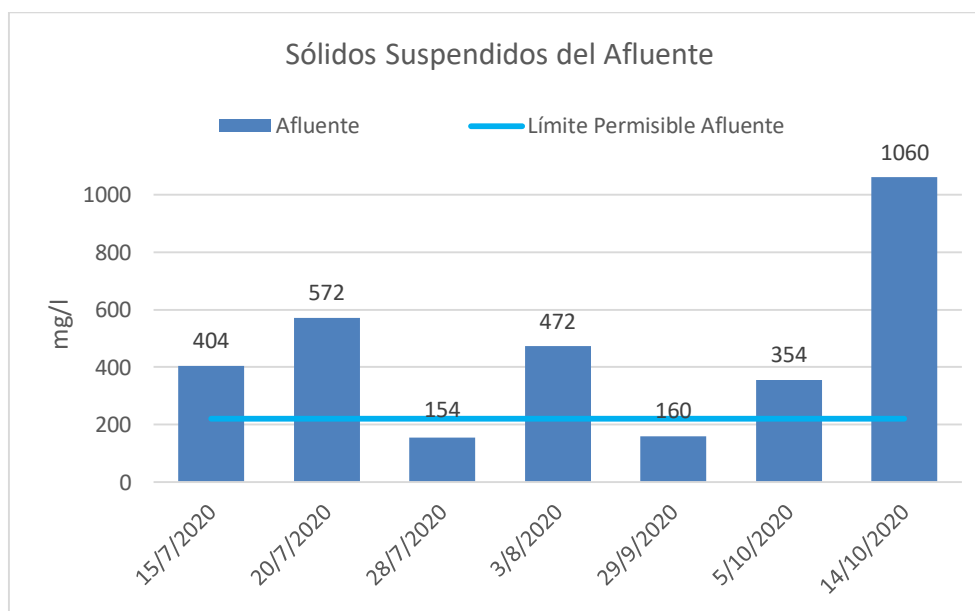
Gráfica 48 Valor promedio de la DQO del efluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 51 Sólidos Suspendidos del Afluyente, María Auxiliadora.

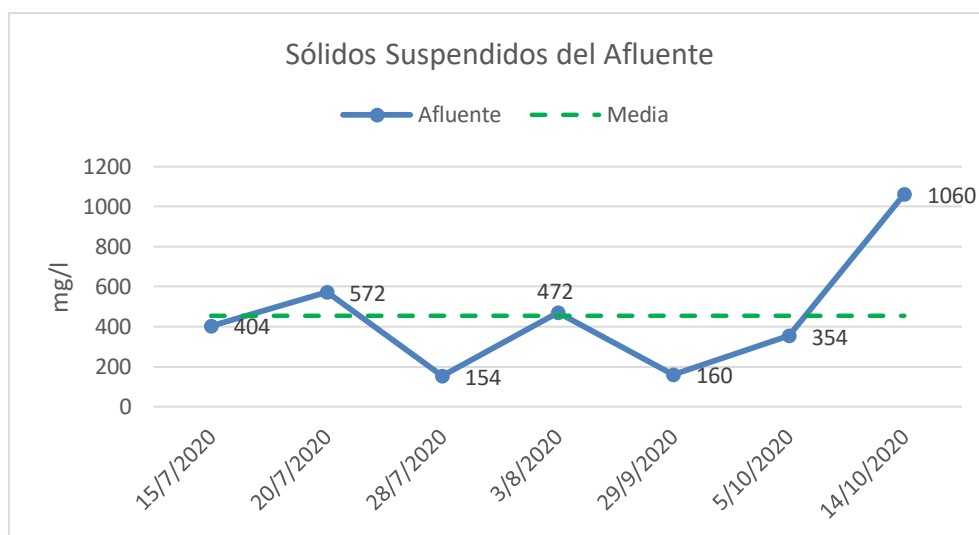
Sólidos Suspendidos del Afluyente				
Fecha	Unidad	Afluyente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	404	220	No Cumple
20/07/2020	mg/l	572	220	No Cumple
28/07/2020	mg/l	154	220	Cumple
03/08/2020	mg/l	472	220	No Cumple
29/09/2020	mg/l	160	220	Cumple
05/10/2020	mg/l	354	220	No Cumple
14/10/2020	mg/l	1060	220	No Cumple
Valor promedio	mg/l	453.71	220	No Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 49 SS obtenido en el afluyente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



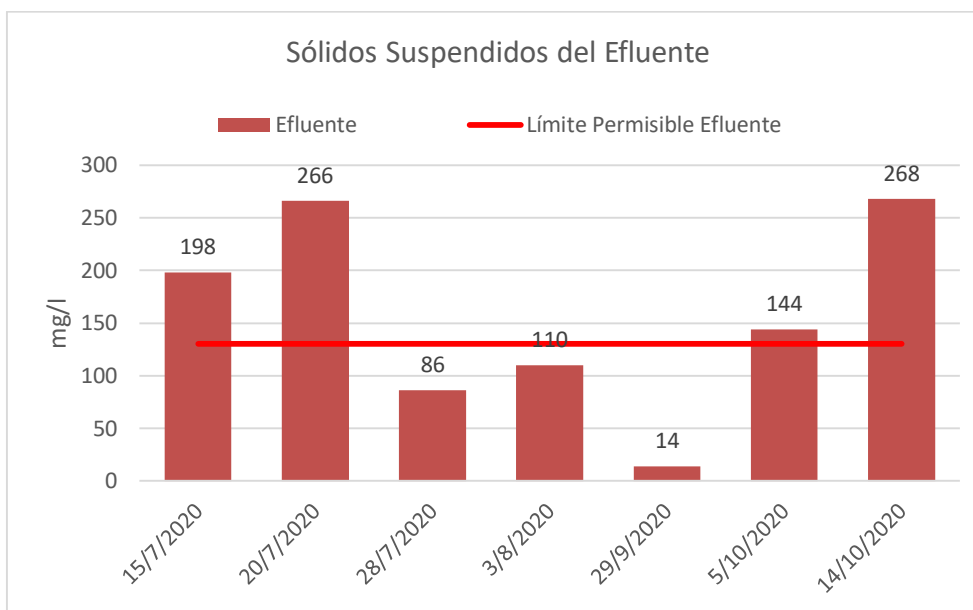
Gráfica 50 Valor promedio de los SS del afluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 52 Sólidos Suspendidos del Efluente, María Auxiliadora.

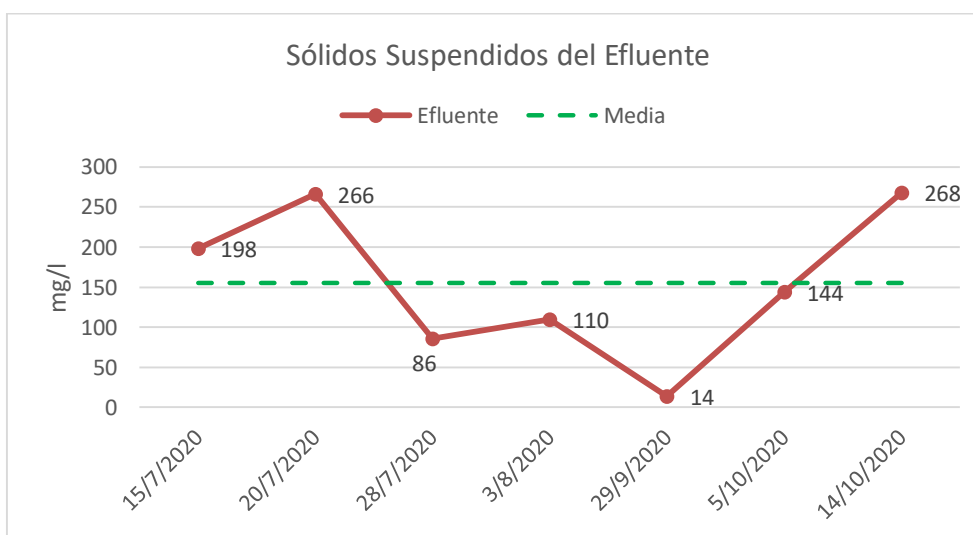
Sólidos Suspendidos del Efluente				
Fecha	Unidad	Efluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	198	130	No Cumple
20/07/2020	mg/l	266	130	No Cumple
28/07/2020	mg/l	86	130	Cumple
03/08/2020	mg/l	110	130	Cumple
29/09/2020	mg/l	14	130	Cumple
05/10/2020	mg/l	144	130	No Cumple
14/10/2020	mg/l	268	130	No Cumple
Valor promedio	mg/l	155.14	130	No Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 51 SS obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 52 Valor promedio de los SS del efluente.

Fuente: Elaboración del autor.

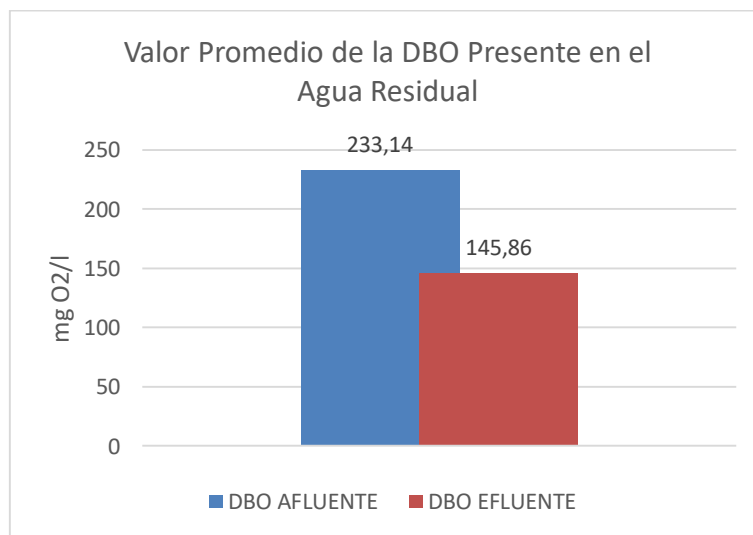
Tabla 53 Valor promedio de DBO, DQO y SS presente en el agua residual.

Valor Promedio				
Parámetro	Afluente		Efluente	
DBO	233.14	mg O ₂ /l	145.86	mg O ₂ /l
DQO	774.43	mg/l	305.71	mg/l
SS	453.71	mg/l	155.14	mg/l

Fuente: Elaboración del autor.

Determinado los resultados del laboratorio del agua residual, se calculó el valor promedio de DBO, DQO y Sólidos Suspendidos presentes tanto en el afluente como en el efluente, como se indica en la Tabla 53, Gráfica 53, Gráfica 55 y Gráfica 57, de cada parámetro analizado.

Para finalmente estimar la eficiencia de cada uno de los parámetros analizados de la planta de tratamiento, como se indica en la Gráfica 54 para la DBO, Gráfica 56 para la DQO y Sólidos suspendidos en la Gráfica 58.



Gráfica 53 Valor promedio de DBO presente en el agua residual.

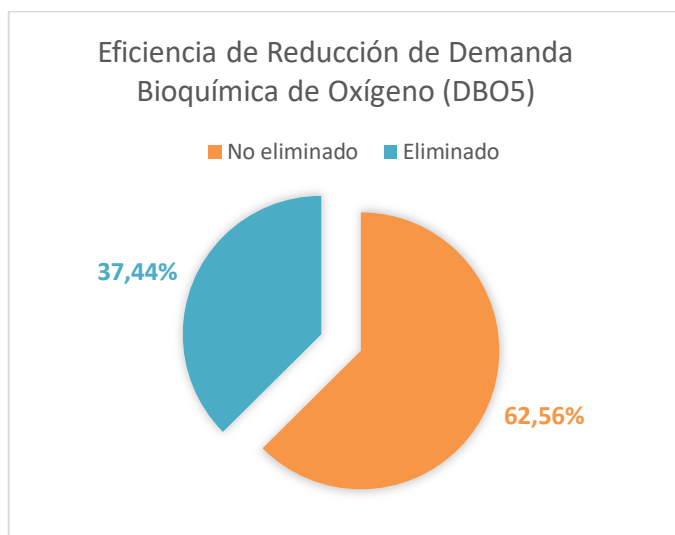
Fuente: Elaboración del autor.

Determinación de eficiencia de reducción de DBO.

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

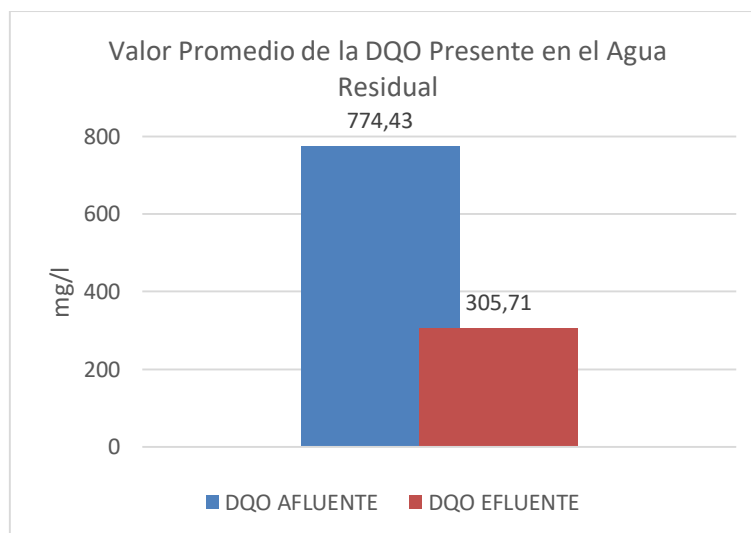
$$\eta = \frac{233.14 \left[\frac{mg}{l} \right] - 145.86 \left[\frac{mg}{l} \right]}{233.14 \left[\frac{mg}{l} \right]} * 100$$

$$\eta = 37.44\%$$



Gráfica 54 Eficiencia de reducción de DBO.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 55 Valor promedio de DQO presente en el agua residual.

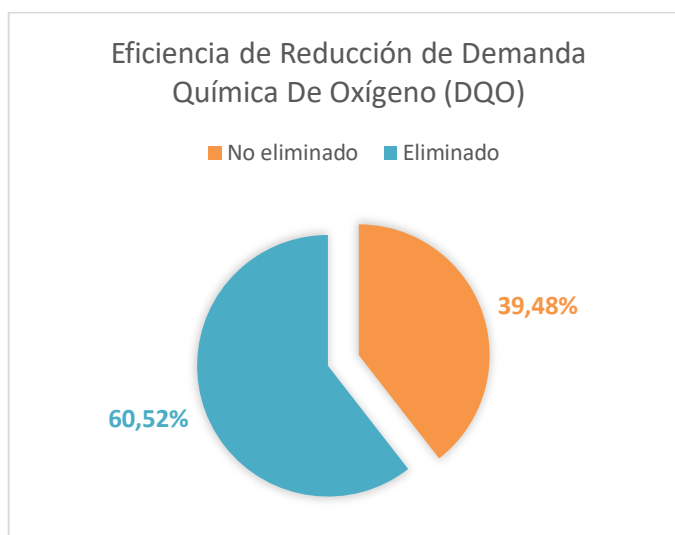
Fuente: Elaboración del autor.

Determinación de eficiencia de reducción de DQO.

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

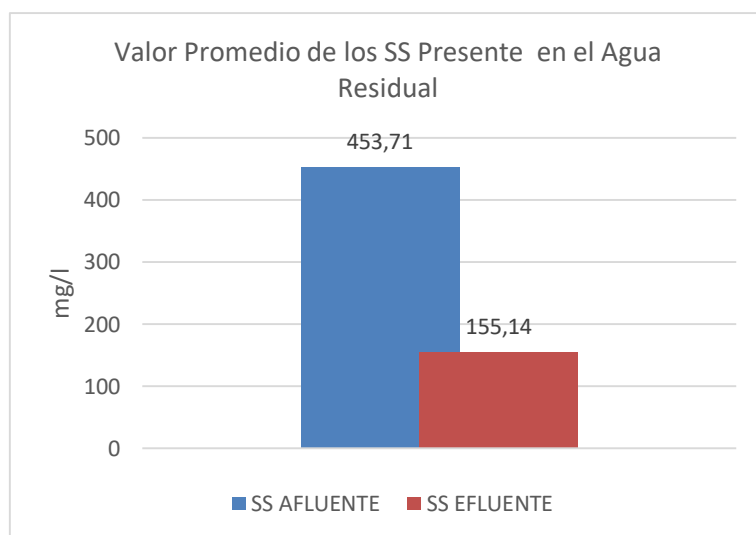
$$\eta = \frac{774.43 \left[\frac{mg}{l} \right] - 305.71 \left[\frac{mg}{l} \right]}{774.43 \left[\frac{mg}{l} \right]} * 100$$

$$\eta = 60.52\%$$



Gráfica 56 Eficiencia de reducción de DQO.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 57 Valor promedio de SS presente en el agua residual.

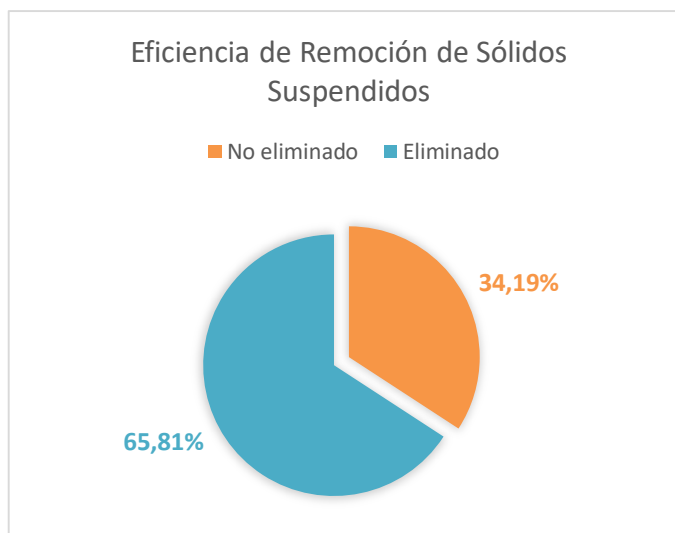
Fuente: Elaboración del autor.

Determinación de eficiencia de eliminación de SS.

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

$$\eta = \frac{453.71 \left[\frac{mg}{l} \right] - 155.14 \left[\frac{mg}{l} \right]}{453.71 \left[\frac{mg}{l} \right]} * 100$$

$$\eta = 65.81\%$$



Gráfica 58 Eficiencia de eliminación de SS.

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de resultados

El agua cruda que ingresa a la P.T.A.R. de María Auxiliador, según la Tabla 7.3 de Metcalf & Eddy [9], es un agua residual de concertación fuerte de contaminantes. Comparando entre la concentración de carga contaminante calculada y la carga contaminante obtenida en el laboratorio, se observa que la DBO es 21.24% mayor que la generada por la población; con respecto a la DQO, esta es 43.11% mayor a la concentración ya estimada y los SS superan en un 51.51% la concentración del valor determinado por la producción per cápita, es decir, que la carga contaminante que está generando la población realmente no cumple con el límite permisible del TULASMA.

Siendo este el primer obstáculo que debe superar la planta, ya que está ingresando alrededor del 40% más de concentración de carga contaminante para ser depurada. El alto valor de los parámetros analizados se debe a:

- No solo se generan residuos líquidos domésticos, sino existen pequeños talleres automotrices en la cabecera del área de estudio, que sus desechos líquidos los botan al alcantarillado.
- Al ser una zona rural, existen vías de lastre que, en épocas de lluvia, estas arrastran sedimentos o material de suelo orgánico.

Por otra parte, el agua residual tratada sigue la misma tendencia del afluente, ya que tampoco cumplen con los límites permisibles de descarga en cuerpos receptores o agua dulce; esto se debe a que no toda el agua que llega del sistema de alcantarillado es tratada, puesto que al momento de ingresar en la planta, la rejilla de entrada impide el flujo normal del agua desviándola hacia la tubería de evacuación que se conecta con la caja de revisión al final de la planta de tratamiento, mezclando el agua residual tratada con el agua que no ha sido tratada de tal forma que solo el 42% de las muestras analizadas cumplieron con la norma del TULASMA.

Tomando en consideración el comportamiento y variación de los valores de los parámetros en condiciones reales se estima que la eficiencia de remoción de la carga contaminante en el agua residual después de su paso por el tratamiento de la planta es del 37.44% (87.28 mg/l) en la DBO, 60.52% (468.72 mg/l) en la DQO y 65.81% (298.57 mg/l) en los SS, para obtener una eficiencia total de la planta del 54.59%, es decir, que la planta no cumple con las garantías de depuración del agua residual, ya que una planta se diseña para que tenga una eficiencia teórica mínima del 85%.

5.1.3. Diseños de la P.T.A.R. de la comunidad de María Auxiliadora

Para realizar los diseños teóricos propuestos, se tomó en consideración que el sistema de la planta de tratamiento consta de fosa séptica y filtro anaerobio, por ello se elaboró cada una de las propuestas con su respectivo parámetro de población y caudal, cuyos resultados fueron obtenidos en las secciones anteriores y con base en criterios técnicos sustentados en la normativa vigente.

5.1.3.1. *Diseño teórico con base en la población actual*

Para el primer diseño, se considera la población actual a la que sirve la planta de tratamiento y el caudal real de agua residual que ingresa, obteniendo las siguientes dimensiones; una fosa séptica, que se indica en la Tabla 54 y tres unidades de filtro anaerobio con las medidas indicadas en la Tabla 55. El procedimiento que se realizó se describe en Anexo 11 y 12 para cada elemento del sistema de la planta respectivamente, obteniendo una propuesta que se encuentra esquematizada en la Ilustración 21, misma que se puede observar a mayor detalle en la lámina 3 del Anexo 22.

Tabla 54 Dimensiones de la fosa séptica.

<i>Dimensiones de la Fosa Séptica</i>		
Altura	2.50	m
Ancho	5.20	m
Primera cámara	7.00	m
Segunda cámara	3.50	m

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 55 Dimensiones del filtro anaerobio.

<i>Dimensiones del Filtro Anaerobia</i>		
Altura	1.70	m
Ancho	5.00	m
Largo	10.50	m

Fuente: Elaboración del autor.

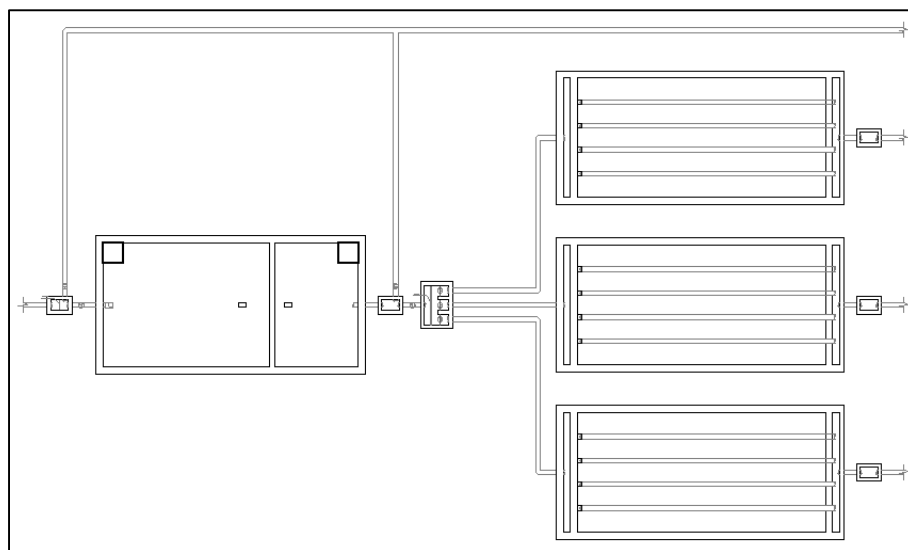


Ilustración 21 Esquema de planta de tratamiento según datos actuales.

Fuente: Elaboración del autor.

5.1.3.2. Diseño teórico con base en el período de diseño de 20 años.

El segundo diseño se elaboró en función del período de diseño, con el que se determinó la población futura y un caudal de diseño.

Una vez encontrado el caudal se observó que es un gasto grande, por lo tanto, este se dividió a la mitad para realizar el diseño de dos plantas gemelas que puedan abastecer el caudal total y puedan tener un óptimo funcionamiento. Como se puede observar en la Tabla 56 y Tabla 57, las dimensiones de cada elemento que compone la planta de tratamiento. Todo el procedimiento del dimensionamiento de una planta de tratamiento se encuentra en el Anexo 13 y 14; para finalmente obtener dos sistemas de tratamiento idénticos, como se puede observar en el esquema de la Ilustración 22, mismo que se encuentra con mayor detalle en la lámina 4 del Anexo 22.

Tabla 56 Dimensiones de la fosa séptica.

<i>Dimensiones de la Fosa Séptica</i>		
Altura	2.50	m
Ancho	5.40	m
Primera cámara	7.20	m
Segunda cámara	3.60	m

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 57 Dimensiones del filtro anaerobio.

<i>Dimensiones del Filtro Anaerobia</i>		
Altura	1.70	m
Ancho	5.00	m
Largo	16.90	m

Fuente: Elaboración del autor.

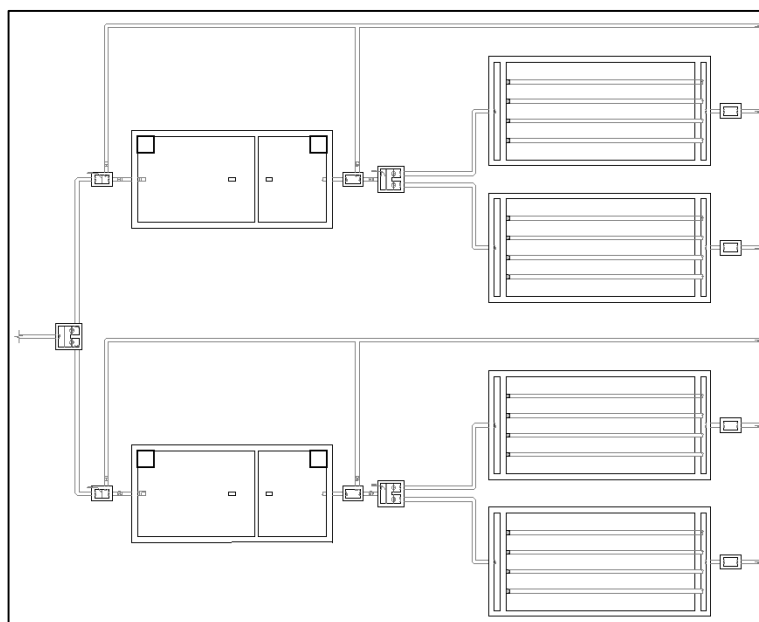


Ilustración 22 Esquema de la planta de tratamiento según el período de diseño.

Fuente: Elaboración del autor.

5.1.3.3. *Diseño real de la planta de tratamiento*

Por último, este diseño considera la población actual a la que sirve, el caudal real con el que trabaja y las dimensiones reales; teniendo un sistema muy sencillo como se puede observar en el esquema de la Ilustración 23, de igual manera se encuentra con mayor detalle en la lámina 2 del Anexo 22.

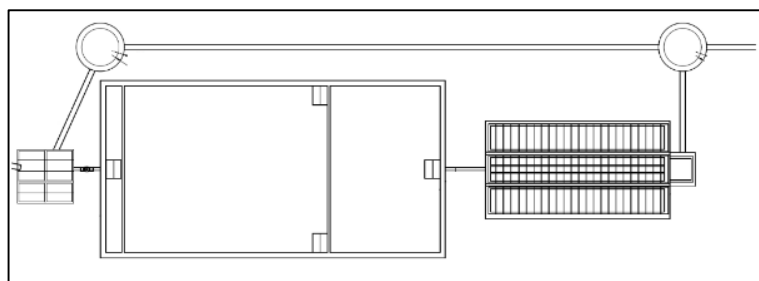


Ilustración 23 Esquema de la planta de tratamiento actual.

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de Resultados

El primer diseño dimensionó un sistema con 3 elementos de depuración exceptuando los tanques repartidores de caudales, que son un tanque séptico y dos filtros anaerobios mismos que están diseñados para asimilar los residuos líquidos que genera la población al momento del estudio, el segundo sistema está constituido por 6 elementos de depuración, 2 tanques sépticos y un post tratamiento de 4 filtros anaerobios para cada tanque, este sistema está contemplado para que cubra las necesidades de la población hasta el año 2032.

Se puede apreciar a simple vista que la planta de tratamiento que existe en la comunidad de María Auxiliadora es más sencilla y mucho más pequeña que las planteadas teóricamente, se observa también que el tratamiento secundario del sistema depurador es más pequeño comparado con la fosa séptica, esto da a entender que el tiempo de retención hidráulico es menor que la establecida por normas de diseño y construcción, ya que este es un factor importante de control de

la planta, debido a que mayor tiempo de retención hidráulica permite mayor efectividad en la remoción de cargas contaminantes; por ello se podría decir que no alcanza la eficiencia óptima esperada para el adecuado tratamiento del agua residual. Esta diferencia de dimensionamiento teórico con el real se puede deber a varios factores como, factores económicos al momento de la construcción, diseños estandarizados que no contemplan la realidad de la comunidad donde se implementan estos sistemas, es decir, que no se realiza un estudio adecuado de la zona de afectación, como las condiciones físicas, climatológicas, socio-económicas, etc.

5.2. Planta de Tratamiento de la comunidad de Quillopungo

Al igual que la planta de la comunidad de María Auxiliadora, esta fue construida en el año 2012 con un período de diseño de 20 años, y actualmente posee u una población aproximada de 257 personas como se indica en la Tabla 6.

5.2.1. Medición de Caudal

Para la estimación de los caudales necesarios para el estudio de la planta de tratamiento se procedió de la siguiente manera:

5.2.1.1. Caudal teórico con base en la población actual

Con base en la población actual de la comunidad de Quillopungo determinada por la encuesta socioeconómica previamente realizada, se obtiene un caudal teórico de 1.46 l/s, cuyo valor fue calculado por el procedimiento descrito en el Anexo 15.

5.2.1.2. Caudal teórico con base en el período de diseño

Con base en parámetros técnicos como el período de diseño y población futura se calcula el caudal de diseño para la planta de tratamiento.

Período de diseño

La planta de tratamiento se diseñó con un período de 20 años de proyección, y su funcionamiento será hasta el año 2032.

Población futura

Para determinar la población futura en el período de diseño adoptado, se calcula la tasa de crecimiento poblacional de cada método con base al incremento de la población de toda la parroquia de Luis Cordero, para lo cual se cuenta con la información de los censos del INEC y del PDyOT de la parroquia, como se indica en el Anexo 9.

La población futura se obtuvo aplicando los métodos: geométrico, aritmético y exponencial como se describen en la Tabla 58, Tabla 59 y Tabla 60 respectivamente. Tomando el valor más desfavorable de 1199 habitantes para estimar el caudal de diseño, como se indica en la Gráfica 59.

Tabla 58 Método de crecimiento geométrico, Quillopungo.

Crecimiento Geométrico				
Cálculo de la razón r		Cálculo población futura		
$r = \sqrt[n]{\frac{P2}{P1}} - 1$		$Pf = Po(1 + r)^n$		
r1	2%	Año	Quillopungo	
r2	3%	2020	257	hab
r3	2%	2026	288	hab
r4	2%	2032	323	hab
r promedio	2%			

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 59 Método aritmético o crecimiento lineal, Quillopungo.

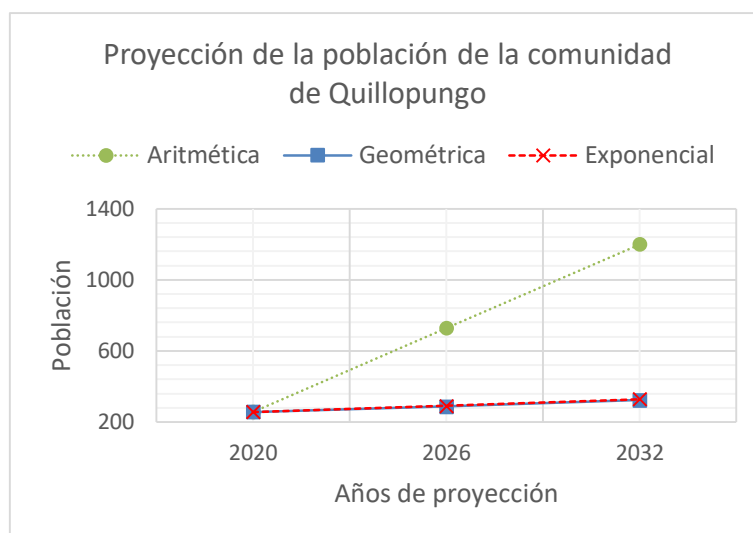
Método Aritmético o Crecimiento Lineal				
Cálculo pendiente k		Cálculo población futura		
$k = \left(\frac{P1 - P0}{m} \right)$		$Pf = Po + n(k)$		
k1	59.56	Año	Quillopungo	
k2	108.80	2020	257	hab
k3	70.40	2026	728	hab
k4	75.37	2032	1199	hab
k promedio	78.53			

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 60 Método de crecimiento exponencial, Quillopungo.

Método Exponencial				
Cálculo de kg		Cálculo población futura		
$kg = \frac{\ln(P2) - \ln(P1)}{T2 - T1}$		$Ln(Pf) = Ln(Po) + kg(T2 - T1)$		
kg1	0.0166	Año	Quillopungo	
kg2	0.0263	2020	257	hab
kg3	0.0208	2026	291	hab
kg4	0.0188	2032	329	hab
Kg promedio	0.0206			

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 59 Proyección de la población de la comunidad de Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.

Fuente: Elaboración del autor.

Con la población futura ya definida se calculó el caudal de diseño para un período de 20 años, obteniendo un resultado de 3.40 l/s, obtenido en el procedimiento descrito en el Anexo 16.

5.2.1.3. Caudal real

Con el monitoreo de aforos realizados en la planta de tratamiento de la comunidad de Quillopungo, se obtuvo un caudal promedio de 1.80 l/s en el afluente y un caudal de 1.64 l/s en el efluente, como se indica en la Tabla 61.

Tabla 61 Caudal promedio del agua residual.

Caudal del Agua Residual		
Afluente	Efluente	
1.80	1.64	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

Aplicando el método volumétrico se estimó el agua residual que ingresa y descarga la planta de tratamiento, para lo cual se usó el volumen conocido de un recipiente de 12 litros. Los caudales

promedio aforados por día del afluente y efluente con los que trabaja la planta de tratamiento se presentan en la Tabla 62.

Tabla 62 Resumen de resultados de aforos diarios de la P.T.A.R., Quillopungo.

<i>Fecha</i>	<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
29/06/2020	1.75	1.61	l/s
01/06/2020	1.77	1.59	l/s
06/06/2020	1.80	1.65	l/s
09/06/2020	1.84	1.69	l/s
11/06/2020	1.78	1.65	l/s
13/06/2020	1.76	1.68	l/s
16/06/2020	1.73	1.63	l/s
18/06/2020	1.80	1.63	l/s
20/06/2020	1.77	1.62	l/s
22/06/2020	1.72	1.61	l/s
24/06/2020	1.73	1.63	l/s
26/06/2020	1.80	1.61	l/s
01/07/2020	1.77	1.60	l/s
02/07/2020	1.91	1.64	l/s
06/07/2020	1.90	1.76	l/s
07/07/2020	1.90	1.66	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

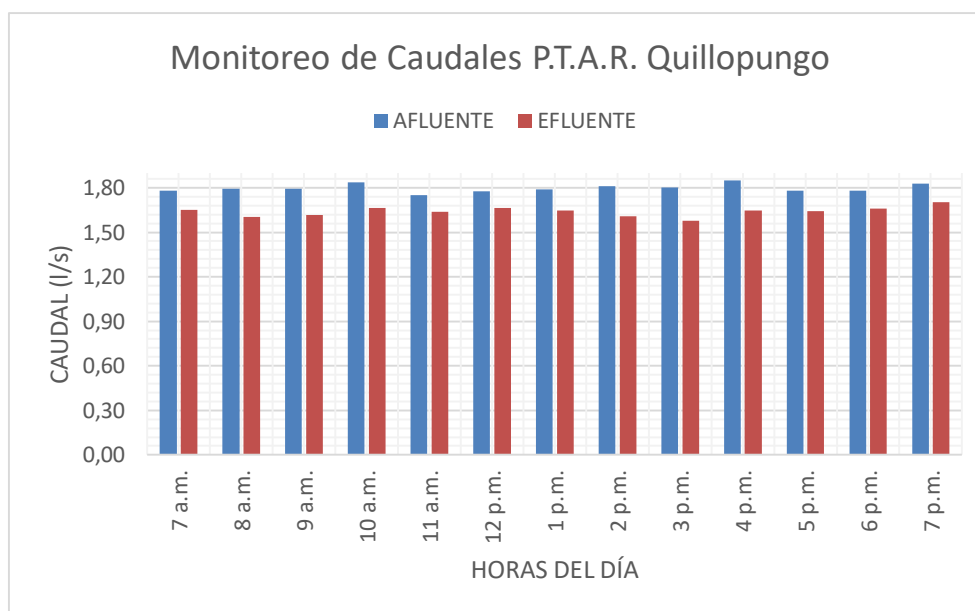
A continuación, en la Tabla 63 y Gráfica 60 indican los valores aforados de caudal horario del afluente y efluente a lo largo de un día.

Tabla 63 Resumen de resultados de aforo de afluente y efluente de la planta de tratamiento, Quillopungo.

<i>Hora de aforo</i>	<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
7 a.m.	1.78	1.65	l/s
8 a.m.	1.79	1.60	l/s
9 a.m.	1.80	1.62	l/s
10 a.m.	1.83	1.66	l/s
11 a.m.	1.75	1.64	l/s
12 p.m.	1.78	1.66	l/s
1 p.m.	1.79	1.65	l/s
2 p.m.	1.81	1.61	l/s
3 p.m.	1.80	1.58	l/s
4 p.m.	1.85	1.64	l/s
5 p.m.	1.78	1.64	l/s
6 p.m.	1.78	1.66	l/s
7 p.m.	1.83	1.70	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

Obtenido el valor de los caudales reales, tanto del afluente como del efluente, se puede observar en la Gráfica 60 existe una diferencia de gasto al momento de salir de la planta, existiendo un 8.88% de pérdida de caudal en la descarga.



Gráfica 60 Resumen de resultados del aforo por hora de la P.T.A.R., Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 64 Caudal máximo, medio y mínimo de la P.T.A.R. de Quillopungo.

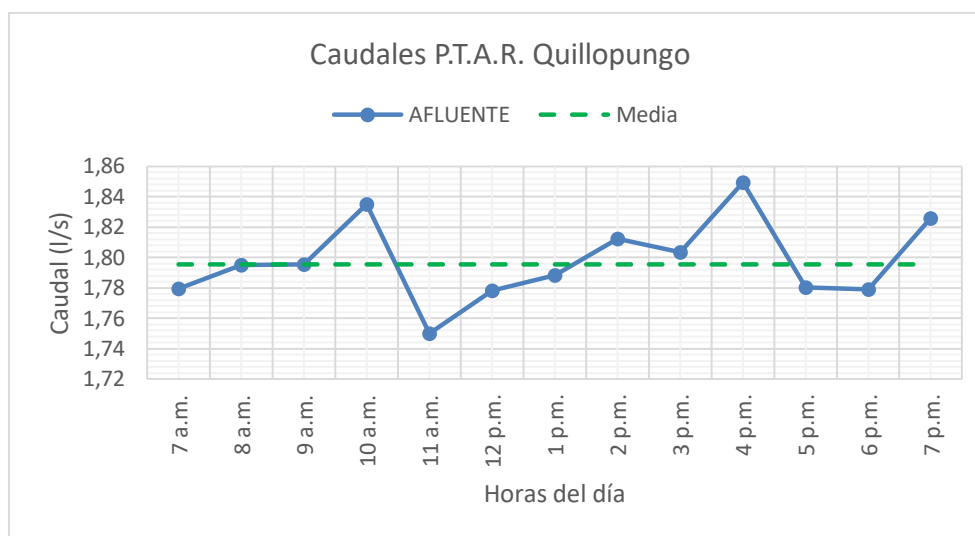
	<i>Afluyente</i>	<i>Efluente</i>	
Máximo	1.85	1.70	l/s
Medio	1.80	1.63	l/s
Mínimo	1.75	1.58	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

El rango de diferencia entre el valor de los caudales más altos y bajos no es grande, rondando entre el 0.1 – 0.12 l/s de diferencia, esto quiere decir que existe un caudal generalmente constante, con pocas variaciones a lo largo del día, como se puede observar en la Tabla 64, que indica los caudales máximos, medios y mínimos que hay en el afluyente y efluente.

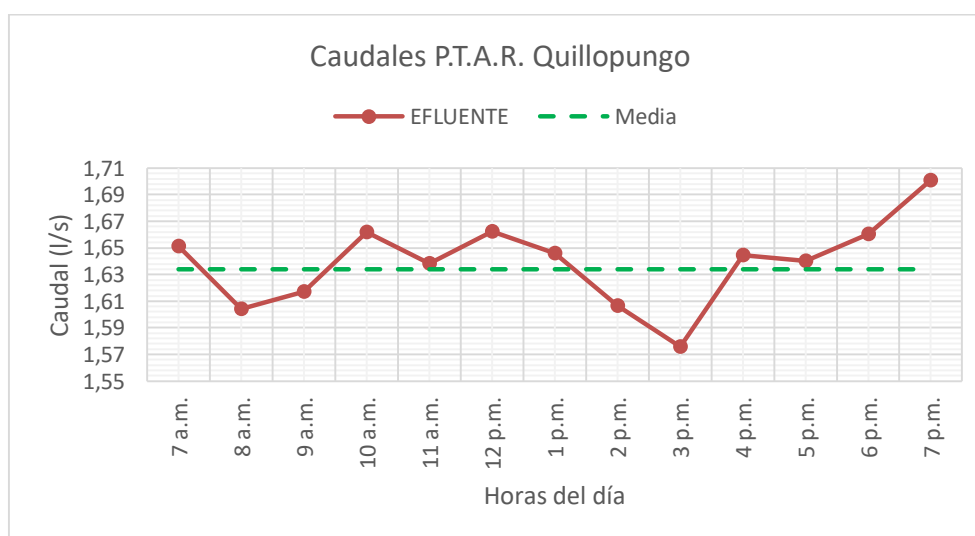
La Gráfica 61 presenta la variación del caudal a lo largo del día que tiene el afluyente, donde se observa una diferencia de picos característicos, el primero en horas de la mañana, entre las 10 y 11 am, con una diferencia de 0.08 l/s y un segundo pico en horas de la tarde, entre las 3 y 4 pm con una diferencia de 0.06l l/s. La variación de caudales presentados en la Gráfica 62 indica el

comportamiento del caudal a lo largo del día, se observa que luego del medio día existe una decreciente de caudal de hasta las tres de la tarde, con una diferencia de 0.08 l/s, que después vuelve a compensarse para seguir con el flujo normal del efluente.



Gráfica 61 Caudal de ingreso a la P.T.A.R., Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 62 Caudal de salida de la P.T.A.R., Quillopungo.

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de Resultados

El caudal teórico de agua residual que genera la población de la comunidad de Quillopungo es de 1.46 l/s, en tanto que el caudal real que descarga el sistema de alcantarillado en la planta de tratamiento es de 1.80 l/s, generando un exceso del 18.8% de descarga de residuos líquidos por parte de los habitantes, esto se debe a que en el área alrededor donde se encuentra ubicada la planta es de uso agrícola, existiendo un sistema de riego, mismo que infiltraría agua por medio del suelo a los pozos de revisión o a las tuberías que transportan el agua residual.

El caudal calculado para un período de 20 años de servicio es de 3.40 l/s, con un aumento del 0.05% en el caudal cada año, con base a este índice de aumento de caudal se tiene que el caudal esperado para el 2020 sería de 1.36 l/s; comparando con el caudal real también excede a esta estimación en un 24.44%, superando el margen de diseño para un correcto funcionamiento.

5.2.2. Caracterización del agua residual

5.2.2.1. Determinación de las cargas contaminantes

En las siguientes tablas se presentan las cargas contaminantes que genera la población de la comunidad, según el caudal real y el aporte per cápita para aguas residuales.

- Carga contaminante de DBO, Quillopungo.

$$CC = \frac{A * P}{Q}$$

$$CC = \frac{0.58 \left[\frac{mg}{hab * s} \right] * 257 [hab]}{1.80 \left[\frac{l}{s} \right]}$$

$$CC = 82.63 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

- Carga contaminante de DQO, Quillopungo.

$$CC = \frac{A * P}{Q}$$

$$CC = \frac{1.39 \left[\frac{mg}{hab * s} \right] * 257 [hab]}{1.80 \left[\frac{l}{s} \right]}$$

$$CC = 198.30 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

- Carga contaminante de Sólidos Suspendidos, Quillopungo.

$$CC = \frac{A * P}{Q}$$

$$CC = \frac{0.69 \left[\frac{mg}{hab * s} \right] * 257 [hab]}{1.80 \left[\frac{l}{s} \right]}$$

$$CC = 98.52 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de Resultados

Los valores obtenidos de la carga contaminante que generan los habitantes de la comunidad de Quillopungo son bajos y esto se debe a que la población actual servida es muy pequeña y por ello cumplen con la normativa de los límites en la descarga al alcantarillado.

5.2.2.2. Muestreo del agua residual

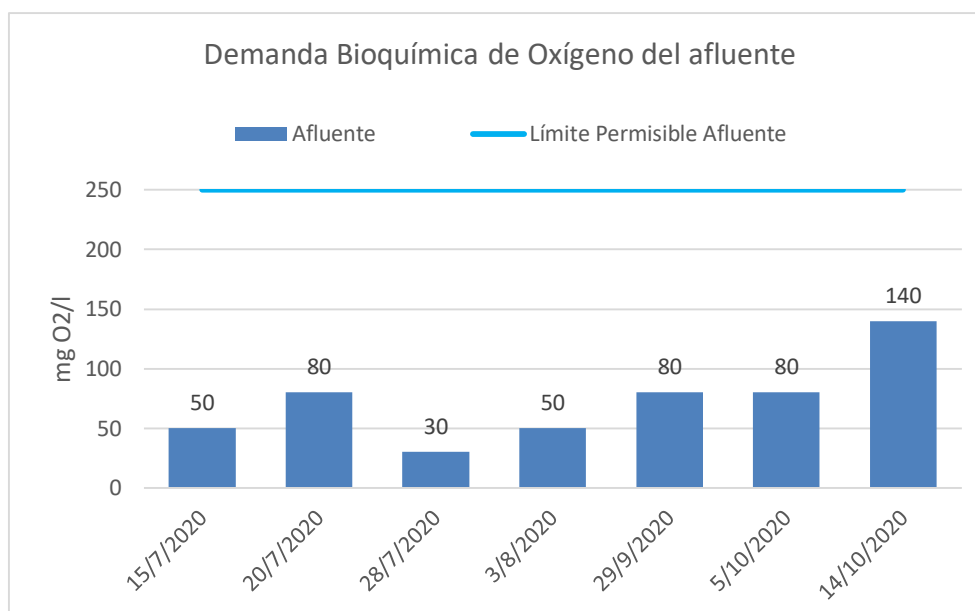
Para este punto, los lugares donde se tomaron las muestras para el análisis del agua residual fueron, el primero ubicado en el tanque repartidor de caudales en la entrada de la planta de tratamiento y el segundo se localiza a 60 metros de distancia de la planta donde desemboca por una tubería de PVC la descarga final del efluente.

Siguiendo la normativa INEN, tomadas las muestras, se procedió con el manejo, transporte y análisis en el laboratorio del agua residual, obteniendo los resultados del afluente y efluente de cada parámetro, se verificó el cumplimiento de acuerdo con la norma establecida por el TULASMA y estimo el valor promedio de concentración de la carga contaminante, como indican las siguiente tablas y gráficas.

Tabla 65 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluente, Quillopungo.

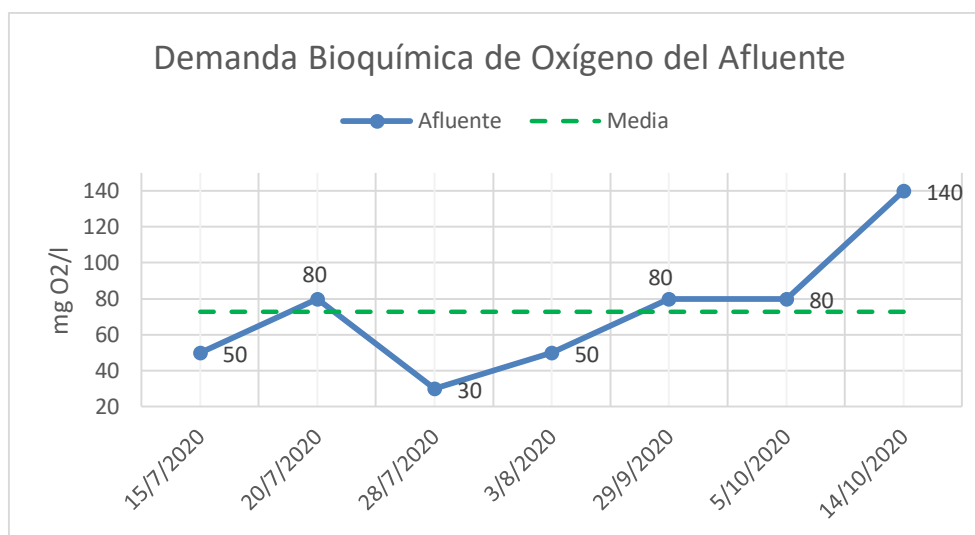
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno del Afluente</i>					
Fecha	Unidad	Afluente	Límite Permisible	Criterio	
15/07/2020	mg O2/l	50	250	Cumple	
20/07/2020	mg O2/l	80	250	Cumple	
28/07/2020	mg O2/l	30	250	Cumple	
03/08/2020	mg O2/l	50	250	Cumple	
29/09/2020	mg O2/l	80	250	Cumple	
05/10/2020	mg O2/l	80	250	Cumple	
14/10/2020	mg O2/l	140	250	Cumple	
Valor promedio	mg O2/l	72.86	250	Cumple	

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 63 DBO obtenido en el afluente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



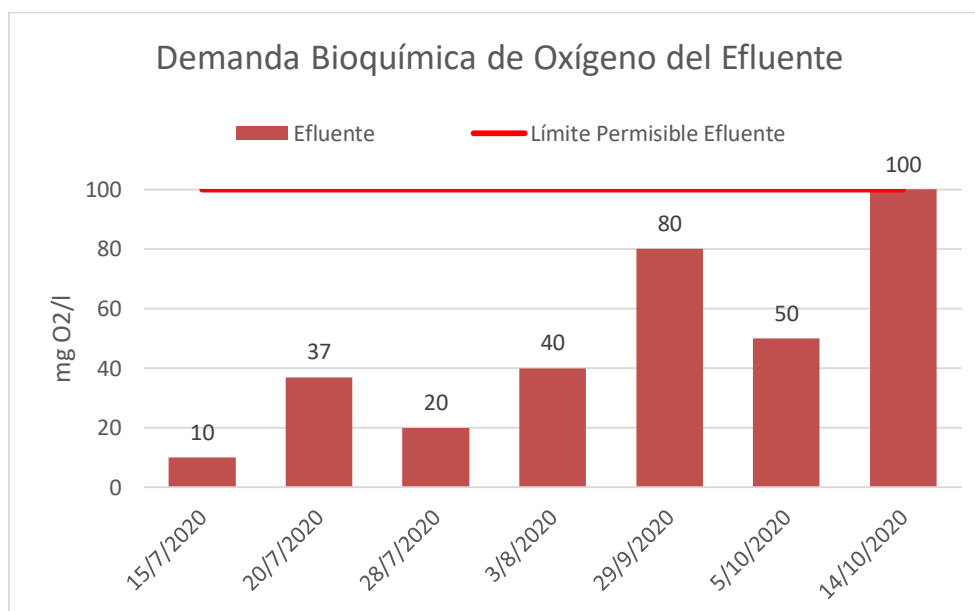
Gráfica 64 Valor promedio de la DBO del afluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 66 Demanda Bioquímica de Oxígeno del Efluente, Quillopungo.

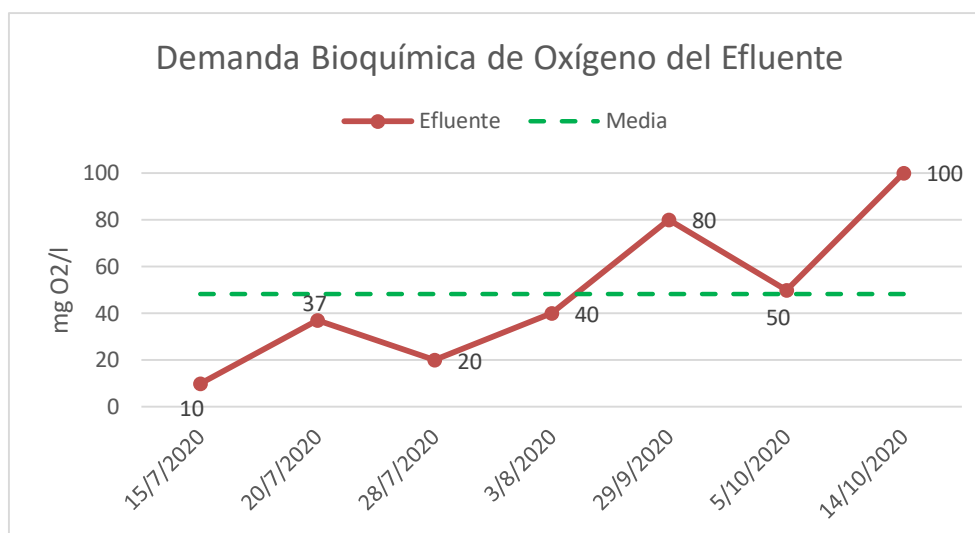
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno del Efluente</i>				
Fecha	Unidad	Efluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg O ₂ /l	10	100	Cumple
20/07/2020	mg O ₂ /l	37	100	Cumple
28/07/2020	mg O ₂ /l	20	100	Cumple
03/08/2020	mg O ₂ /l	40	100	Cumple
29/09/2020	mg O ₂ /l	80	100	Cumple
05/10/2020	mg O ₂ /l	50	100	Cumple
14/10/2020	mg O ₂ /l	100	100	Cumple
Valor promedio	mg O₂/l	48.14	100	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 65 DBO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



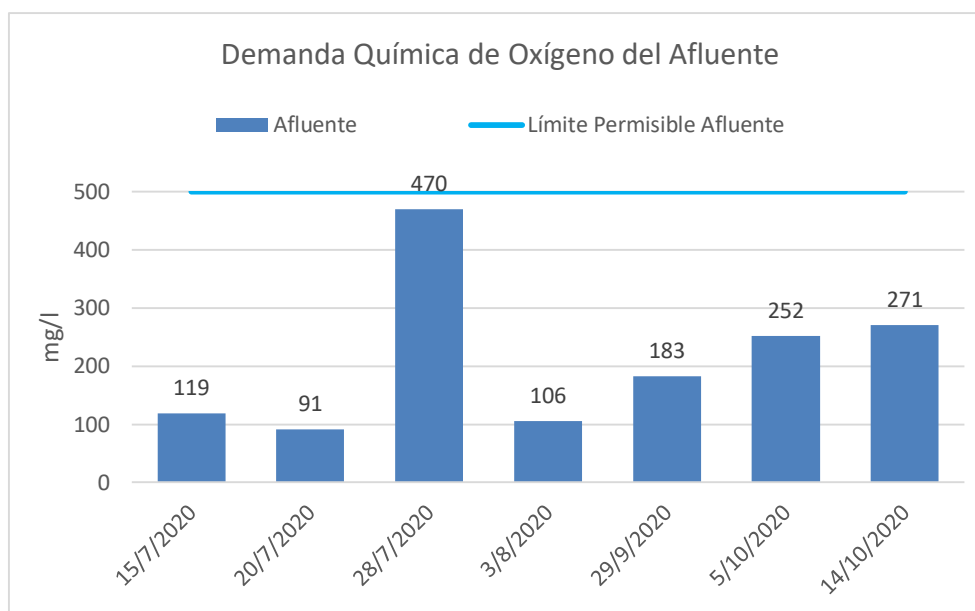
Gráfica 66 Valor promedio de la DBO del efluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 67 Demanda Química de Oxígeno del Afluente, Quillopungo.

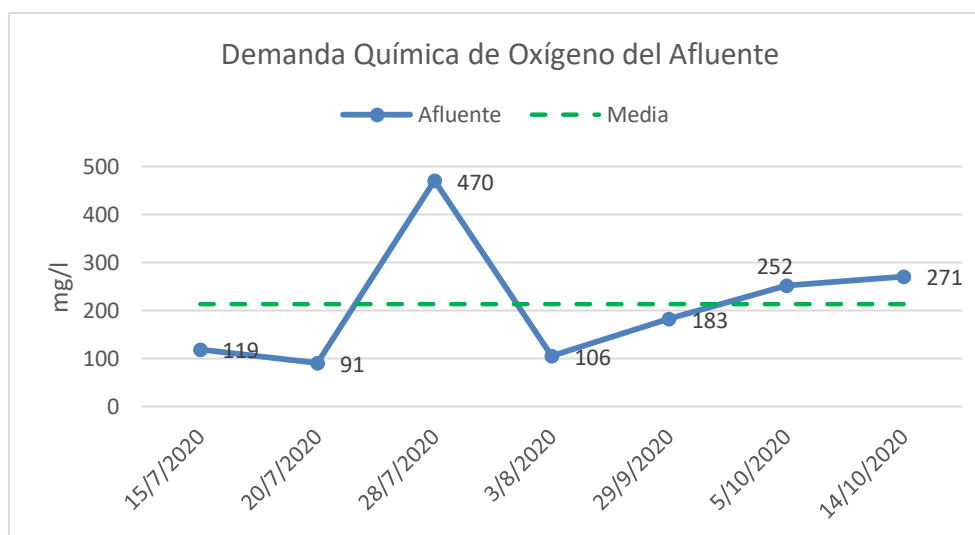
<i>Demanda Química de Oxígeno del Afluente</i>				
Fecha	Unidad	Afluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	119	500	Cumple
20/07/2020	mg/l	91	500	Cumple
28/07/2020	mg/l	470	500	Cumple
03/08/2020	mg/l	106	500	Cumple
29/09/2020	mg/l	183	500	Cumple
05/10/2020	mg/l	252	500	Cumple
14/10/2020	mg/l	271	500	Cumple
Valor promedio	mg/l	213.14	500	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 67 DQO obtenido en el afluyente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



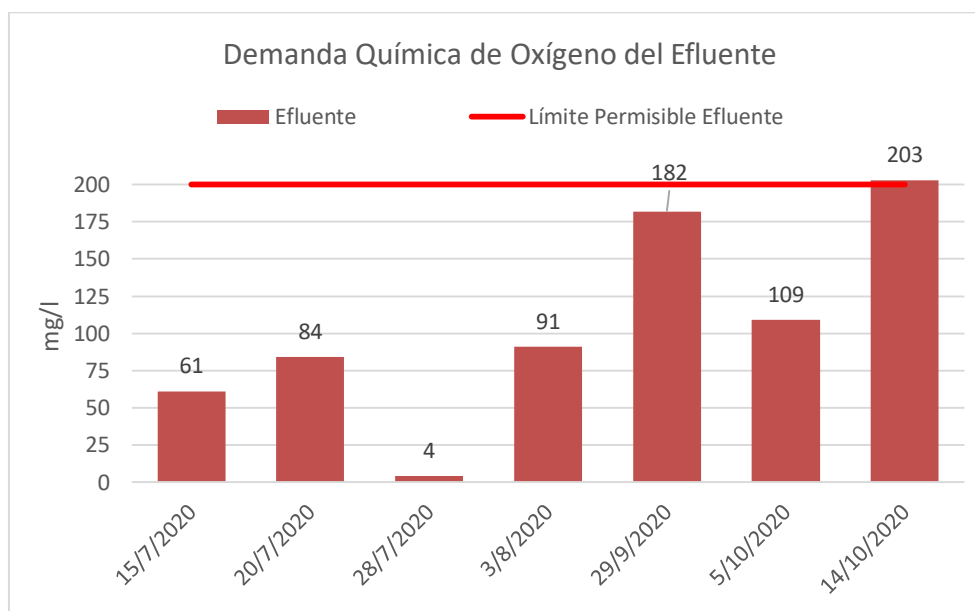
Gráfica 68 Valor promedio de la DQO del afluyente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 68 Demanda Química de Oxígeno del Efluente, Quillopungo.

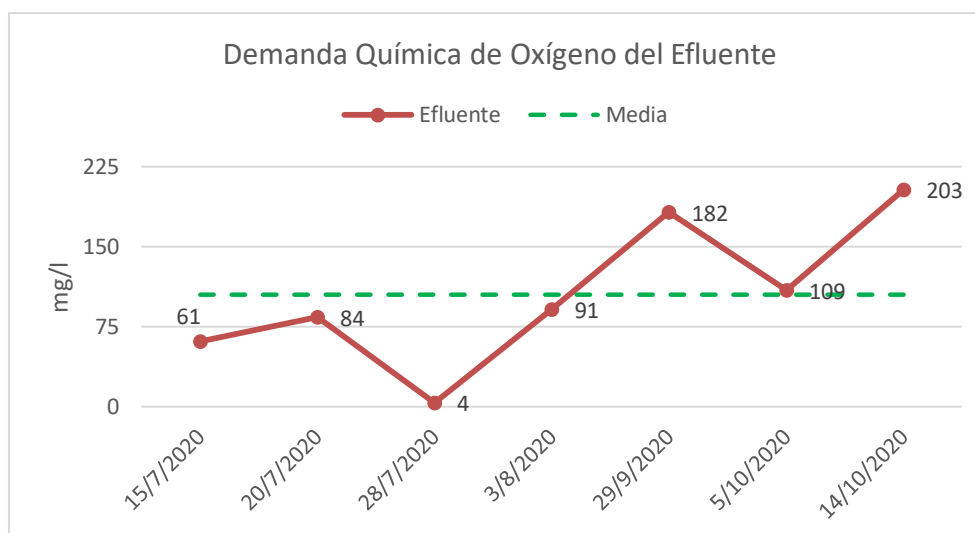
<i>Demanda Química de Oxígeno del Efluente</i>				
Fecha	Unidad	Efluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	61	200	Cumple
20/07/2020	mg/l	84	200	Cumple
28/07/2020	mg/l	4	200	Cumple
03/08/2020	mg/l	91	200	Cumple
29/09/2020	mg/l	182	200	Cumple
05/10/2020	mg/l	109	200	Cumple
14/10/2020	mg/l	203	200	No Cumple
Valor promedio	mg/l	104.86	200	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 69 DQO obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



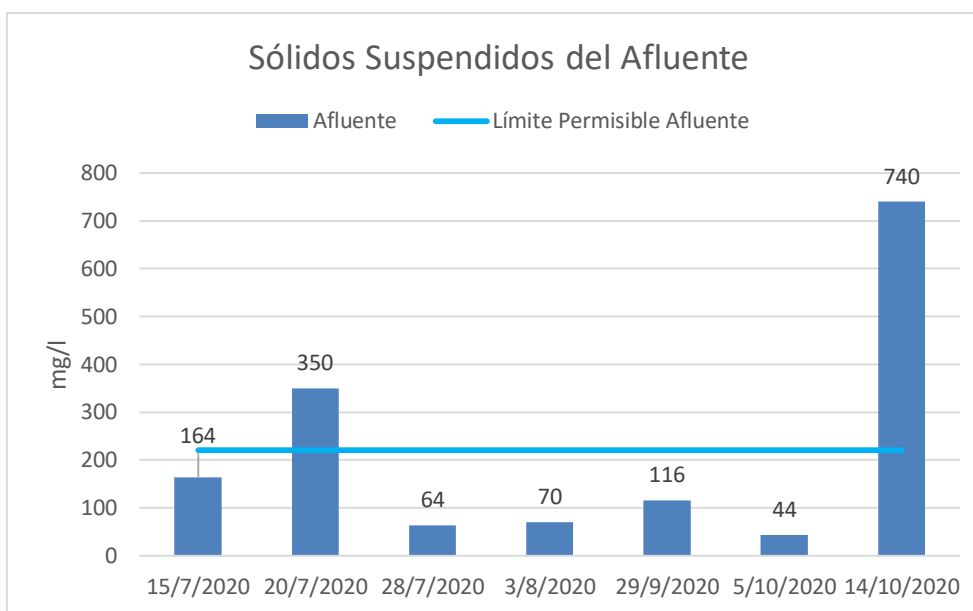
Gráfica 70 Valor promedio de la DQO del efluente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 69 Sólidos Suspendidos del Afluente, Quillopungo.

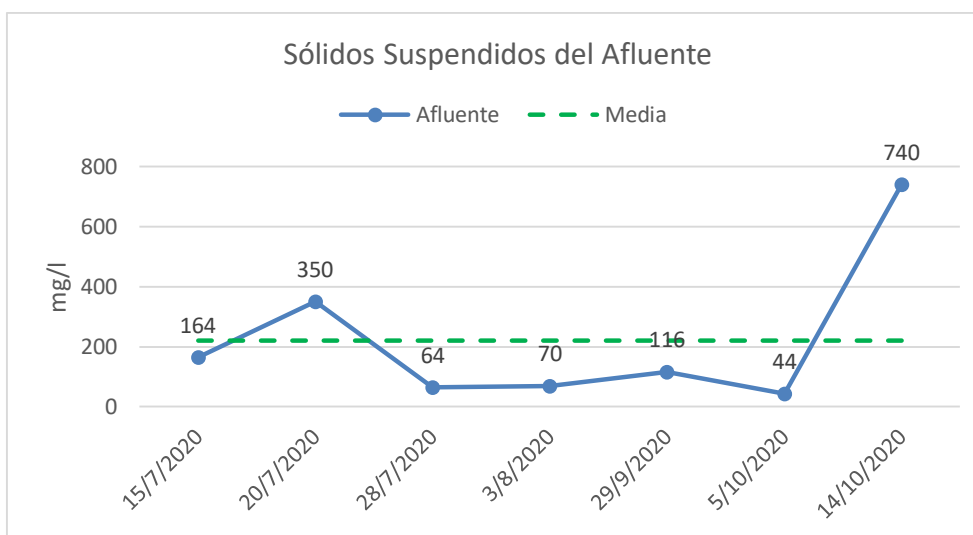
Sólidos Suspendidos del Afluente				
Fecha	Unidad	Afluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	164	220	Cumple
20/07/2020	mg/l	350	220	No Cumple
28/07/2020	mg/l	64	220	Cumple
03/08/2020	mg/l	70	220	Cumple
29/09/2020	mg/l	116	220	Cumple
05/10/2020	mg/l	44	220	Cumple
14/10/2020	mg/l	740	220	No Cumple
Valor promedio	mg/l	221.14	220	No Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 71 SS obtenido en el afluyente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



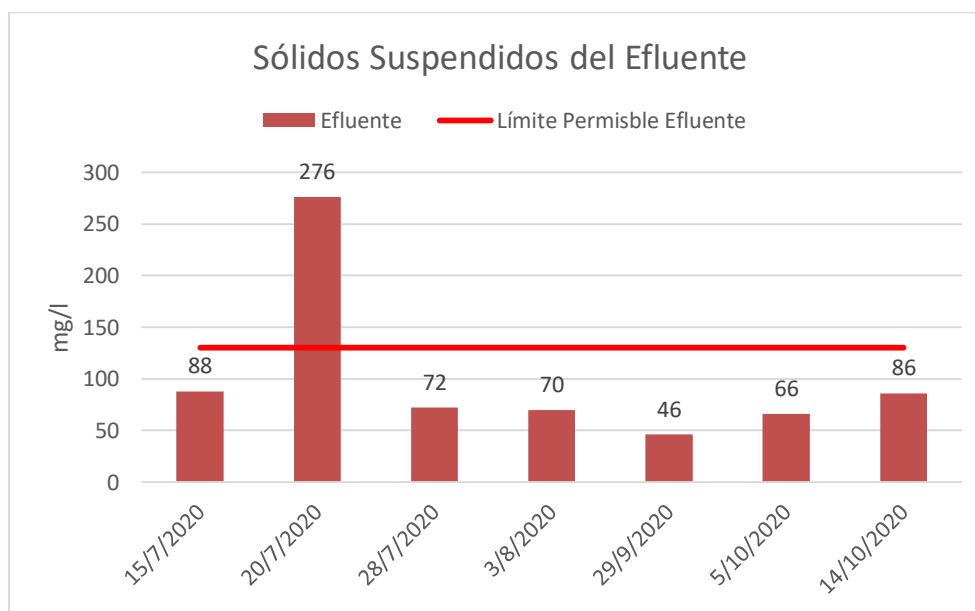
Gráfica 72 Valor promedio de los SS del afluyente.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 70 Sólidos Suspendidos del Efluente, Quillopungo.

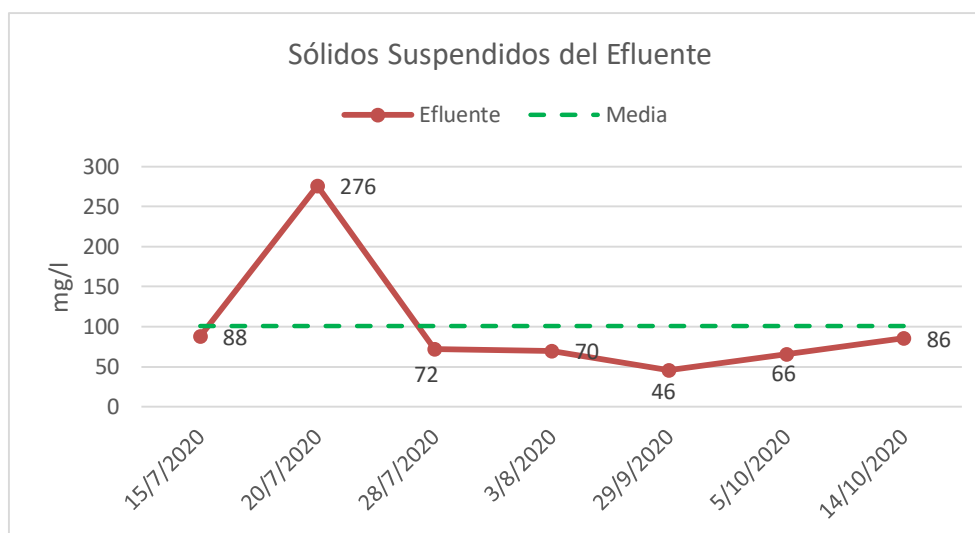
Sólidos Suspendidos del Efluente				
Fecha	Unidad	Efluente	Límite Permisible	Criterio
15/07/2020	mg/l	88	130	Cumple
20/07/2020	mg/l	276	130	No Cumple
28/07/2020	mg/l	72	130	Cumple
03/08/2020	mg/l	70	130	Cumple
29/09/2020	mg/l	46	130	Cumple
05/10/2020	mg/l	66	130	Cumple
14/10/2020	mg/l	86	130	Cumple
Valor promedio	mg/l	100.57	130	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 73 SS obtenido en el efluente y límite permisible según normativa.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 74 Valor promedio de los SS del afluente.

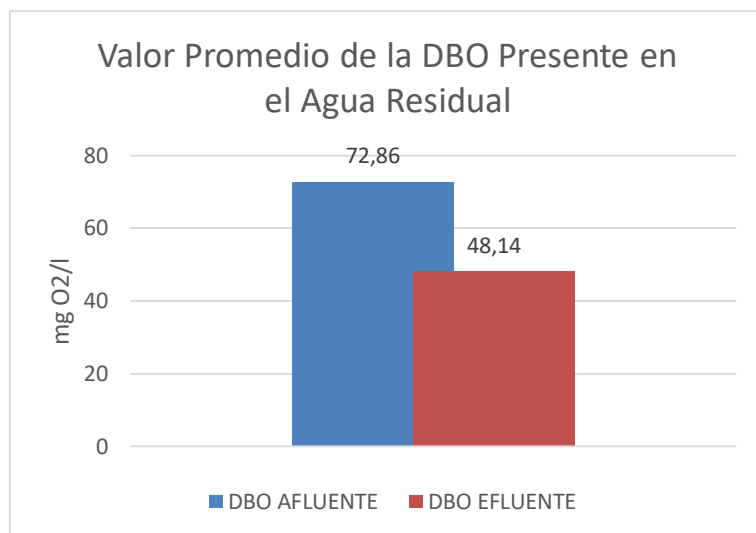
Fuente: Elaboración del autor.

Con los resultados obtenidos del laboratorio, se calculó el valor promedio de los parámetros analizados presentes en el afluente y el efluente, como se indica en la Tabla 71, Gráfica 75, Gráfica 77 y Gráfica 79. Con los valores medios de la Tabla 71, se calculó la eficiencia para cada parámetro, obteniendo los resultados expuestos en la Gráfica 76 de la DBO, Gráfica 78 para la DQO y la Gráfica 80 para los SS.

Tabla 71 Valor promedio de DBO, DQO y SS presente en el agua residual.

Valor Promedio				
Parámetro	Afluente		Efluente	
DBO	72.86	mg O ₂ /l	48.14	mg O ₂ /l
DQO	213.14	mg/l	104.86	mg/l
SS	221.14	mg/l	100.57	mg/l

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 75 Valor promedio de DBO presente en el agua residual.

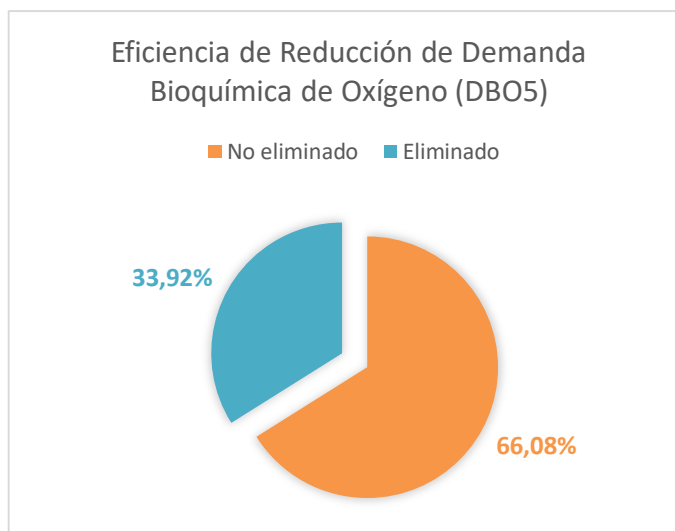
Fuente: Elaboración del autor.

Determinación de eficiencia de reducción de DBO.

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

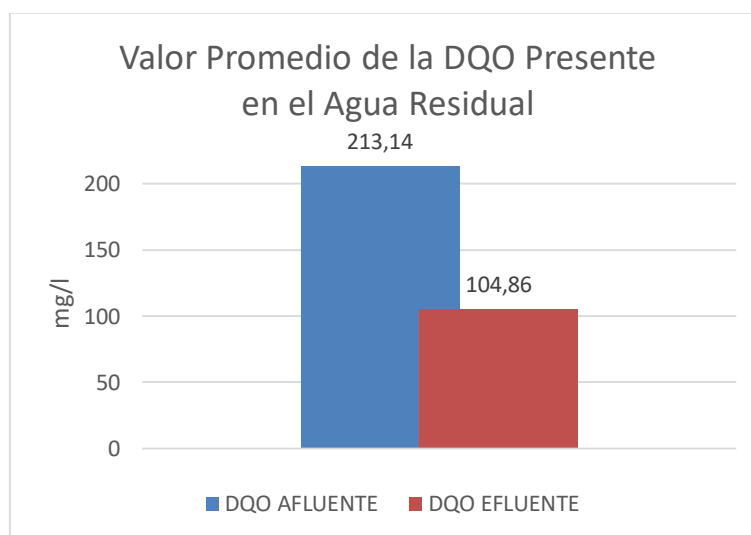
$$\eta = \frac{72.86 \left[\frac{mg}{l} \right] - 48.14 \left[\frac{mg}{l} \right]}{72.86 \left[\frac{mg}{l} \right]} * 100$$

$$\eta = 33.92\%$$



Gráfica 76 Eficiencia de reducción de DBO.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 77 Valor promedio de DQO presente en el agua residual.

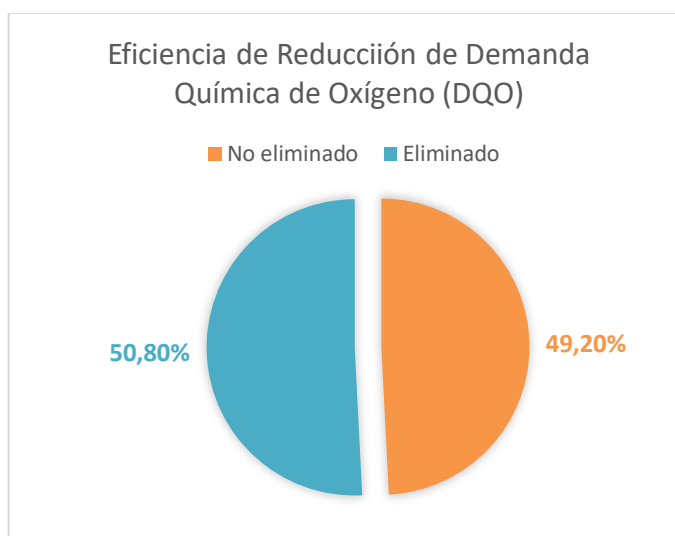
Fuente: Elaboración del autor.

Determinación de eficiencia de reducción de DQO.

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

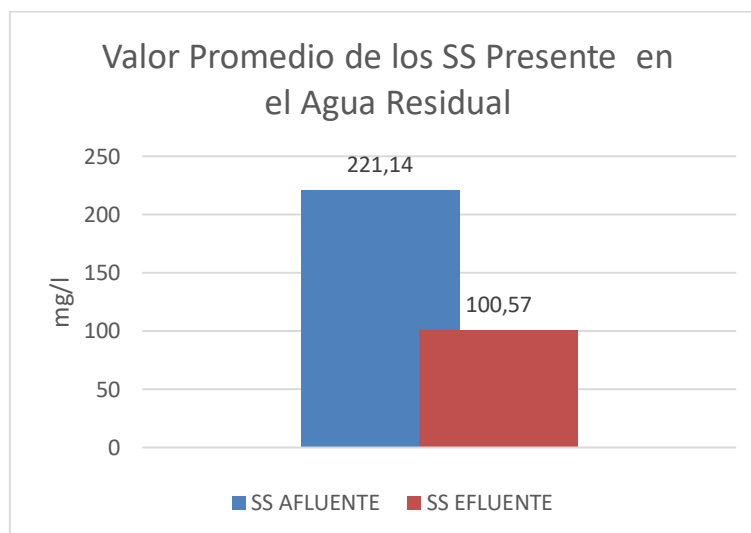
$$\eta = \frac{213.14 \left[\frac{mg}{l} \right] - 104.86 \left[\frac{mg}{l} \right]}{213.14 \left[\frac{mg}{l} \right]} * 100$$

$$\eta = 50.80\%$$



Gráfica 78 Eficiencia de reducción de DQO.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 79 Valor promedio de SS presente en el agua residual.

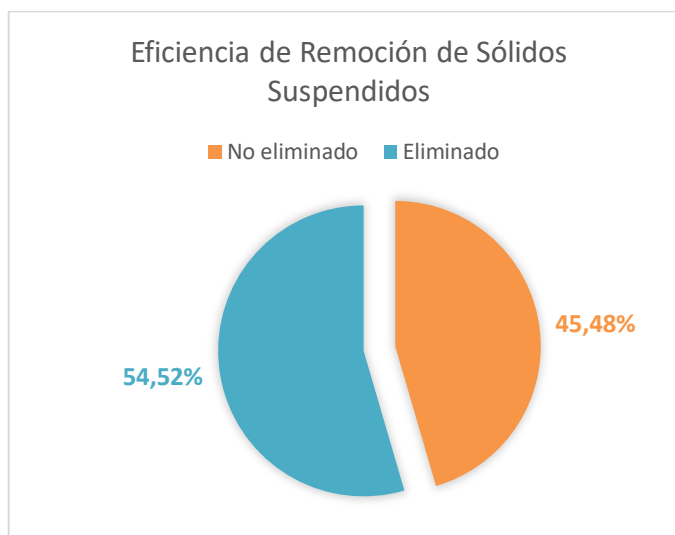
Fuente: Elaboración del autor.

Determinación de eficiencia de eliminación de SS.

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

$$\eta = \frac{221.14 \left[\frac{mg}{l} \right] - 100.57 \left[\frac{mg}{l} \right]}{221.14 \left[\frac{mg}{l} \right]} * 100$$

$$\eta = 54.52\%$$



Gráfica 80 Eficiencia de eliminación de SS.

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de Resultados

La concentración de los contaminantes que ingresa en el agua residual cruda a la planta de tratamiento es baja según la Tabla 7.3 de Metcalf & Eddy [9]. Realizando la comparación del cálculo de la carga contaminante que generan los habitantes con respecto a la obtenida en el laboratorio, se observa que la DBO de laboratorio es menor que la calculada, con una diferencia del 11.82%, en cuanto a la DQO obtenida en laboratorio, esta supera a la calculada en un 6.96% de concentración de contaminante, y por último los SS superan en un 55.44% a la concentración de contaminante estimada por la producción per cápita. Estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles del TULASMA, aunque cabe destacar que la carga contaminante de los SS apenas supera en un 0.5% el límite máximo para la descarga en el alcantarillado.

Esta cantidad baja de carga contaminante se debe a que en al ser una zona agrícola, existen sistemas de riego alrededor de la planta, provocando que la infiltración de agua a las tuberías que transportan los residuos líquidos se sume al caudal y diluyan más la carga contaminante.

El agua residual cruda al poseer un nivel de carga contaminante baja, esta es tratada en la planta y de igual manera que el afluente, cumple con los límites permisibles del vertido de efluentes a un cuerpo receptor o agua dulce.

Una vez estudiado y analizado el comportamiento de los valores de la concentración contaminante de cada parámetro, se estimó la eficiencia de la remoción de la carga contaminante del agua residual después de pasar por la planta de tratamiento, resultando en la DBO una eficiencia de remoción del 32.92% (24.72 mg/l), en la DQO del 50.80% (108.28 mg/l) y un 54.52% (120.57 mg/l) en los SS, determinando una eficiencia total de la planta del 46.08%, es decir, pese a que el fluente cumple con los límites de vertido, el rendimiento es bajo, y esto se debe a que en épocas de sequía o de cosecha, momento en el que ya no se hace uso de los sistemas de riego, la concentración de la carga contaminante será mayor y la planta no podrá cumplir con la depuración necesaria del agua residual cruda. Ya que para que la planta pueda cumplir con su propósito en cualquier época del año, por lo menos debe tener una eficiencia del 85% de remoción de cargas contaminantes.

5.2.3. Diseños de la P.T.A.R. de la comunidad de Quillopungo

Una vez calculados y obtenidos los diferentes criterios de diseño, se realizó el diseño de las propuestas de estudio de la planta de tratamiento, siguiendo la normativa ya descrita para el dimensionamiento de los elementos del sistema, como se realizó para la planta de María Auxiliadora.

5.2.3.1. *Diseño teórico con base en la población actual*

Se consideró la población actual y el caudal real de agua residual que genera, para el dimensionamiento de la planta de tratamiento por medio del procedimiento que se describe en el Anexo 17 y 18. Obteniendo un sistema de una fosa séptica con dos filtros anaerobios, dimensionados en la Tabla 72 y Tabla 73 respectivamente, y un esquema en la Ilustración 24.

Tabla 72 Dimensiones de la fosa séptica.

<i>Dimensiones de la Fosa Séptica</i>		
Altura	2.50	m
Ancho	4.20	m
Primera cámara	5.60	m
Segunda cámara	2.80	m

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 73 Dimensiones del filtro anaerobio.

<i>Dimensiones del Filtro Anaerobia</i>		
Altura	1.70	m
Ancho	5.00	m
Largo	11.00	m

Fuente: Elaboración del autor.

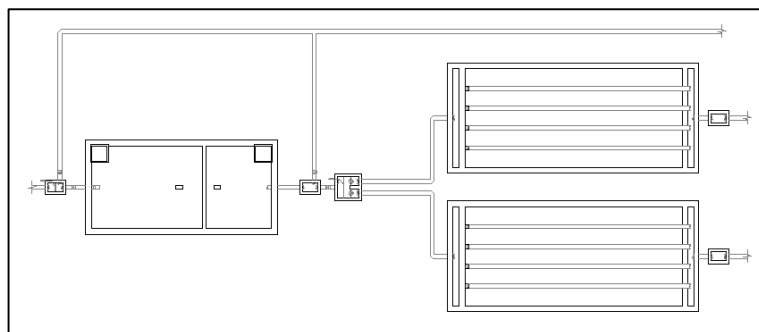


Ilustración 24 Esquema de planta de tratamiento según datos actuales.

Fuente: Elaboración del autor.

5.2.3.2. *Diseño teórico con base en el período de diseño de 20 años.*

Para este segundo diseño se consideró los criterios según el período de 20 años. Al determinar el caudal de diseño, este era grande por lo que se decidió realizar el dimensionamiento de dos plantas de tratamiento gemelas para que cada una utilice la mitad del gasto de agua residual y de este modo abastecer al caudal total de diseño como se observa en la Ilustración 25, obteniendo las dimensiones para la fosa séptica en la Tabla 74 y dos filtros anaerobios en la Tabla 75. Para el cálculo de estas plantas se realizó el procedimiento descrito en el Anexo 19 y 20.

Tabla 74 Dimensiones de la fosa séptica.

<i>Dimensiones de la Fosa Séptica</i>		
Altura	2.50	m
Ancho	4.30	m
Primera cámara	5.80	m
Segunda cámara	2.90	m

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 75 Dimensiones del filtro anaerobio.

<i>Dimensiones del Filtro Anaerobia</i>		
Altura	1.70	m
Ancho	5.00	m
Largo	1110.4.00	m

Fuente: Elaboración del autor.

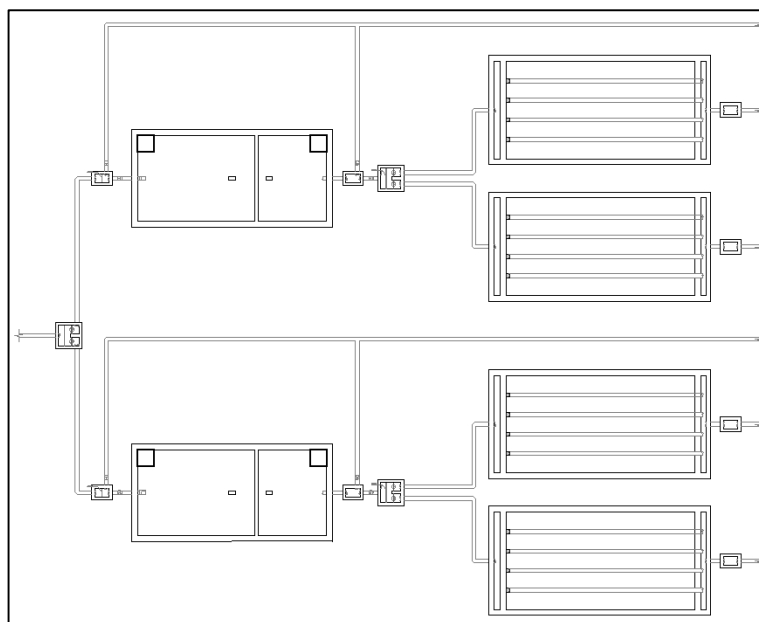


Ilustración 25 Esquema de la planta de tratamiento según el período de diseño.

Fuente: Elaboración del autor.

5.2.3.3. *Diseño real de la planta de tratamiento*

Por último, el diseño actual de la planta de tratamiento trabaja con los datos obtenidos en campo, con una infraestructura sencilla como se observa en la Ilustración 26 o a mayor detalle en la lámina 5 del Anexo 22.

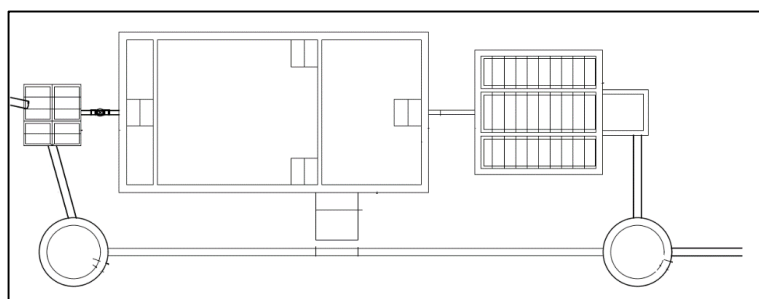


Ilustración 26 Esquema de la planta de tratamiento según los datos reales.

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de Resultados

Los diseños que se realizaron con base en la población actual y el período de diseño, dimensionaron dos sistemas de tratamiento de agua residual, teniendo para el primer diseño una planta de tratamiento con 3 elementos depuradores, un pozo séptico y dos filtros anaerobios, en tanto que el segundo sistema está compuesto de dos plantas gemelas para que abastezcan a la población futura hasta el 2032, constituido por 6 elementos depuradores, 2 tanques sépticos y el post tratamiento de 2 filtros anaerobios para cada tanque. Es notable a simple vista como esta dimensionada la planta de tratamiento de la comunidad, siendo más pequeña que las dos planteadas en los diseños. Los sistemas de depuración de las dos comunidades tienen similares características, es decir, una fosa séptica para el tratamiento primario y un filtro anaerobio con un volumen de retención más pequeño que el del tanque, denotando que el filtro tiene un tiempo de retención hidráulica menor y por ese motivo no retiene el tiempo necesario al agua residual para tratarlo de una forma óptima y eficiente.

5.3. Estudio del Cuerpo Receptor o Río Bilibicay

Se realizó un monitoreo de aforos, muestreo y análisis de parámetros químicos y físicos del cuerpo de agua receptor en estudio, para finalmente con base en los resultados obtenidos, realizar un modelo matemático que establezca la capacidad de autodepuración que tiene el río Bilibicay.

5.3.1. Medición del caudal

Para el aforo del río Bilibicay, se utilizó el método volumétrico con un recipiente de 44 litros, para determinar el caudal aguas arriba, es decir, antes de que se realice la descarga del efluente de la planta de tratamiento. Obteniendo un caudal promedio de 5.27 l/s y una velocidad media del flujo del río de 0.1085 m/s como se observa en la Tabla 76 y Gráfica 81, y la velocidad media del

flujo del río se obtuvo un valor de 0.1085 m/s, una variación diaria de caudal indicada en la Tabla 77 y el gasto promedio de las horas del día se indica en la Tabla 78.

Tabla 76 Caudal y velocidad promedio del río Biblicay.

Caudal y Velocidad del Río Biblicay		
	5.27	l/s
Caudal	0.00527	m ³ /s
Velocidad	0.1085	m/s

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 77 Resumen de resultados de aforos diarios del río Biblicay.

Fecha	Río Biblicay	
13/07/2020	5.14	l/s
22/07/2020	5.43	l/s
31/07/2020	5.10	l/s
04/07/2020	5.39	l/s
10/08/2020	5.26	l/s
04/07/2020	5.39	l/s
10/08/2020	5.26	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

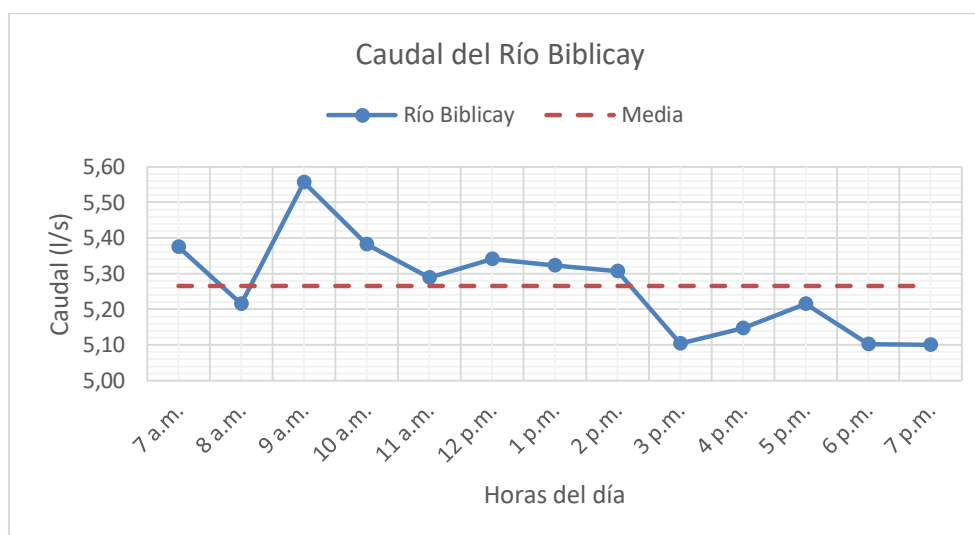
Tabla 78 Resumen de resultados de aforo del río Biblicay.

Hora de aforo	Río Biblicay	
7 a.m.	5.38	l/s
8 a.m.	5.22	l/s
9 a.m.	5.56	l/s
10 a.m.	5.38	l/s
11 a.m.	5.29	l/s
12 p.m.	5.34	l/s
1 p.m.	5.32	l/s

Tabla 78 Resumen de resultados de aforo del río Biblicay (Continuación).

<i>Hora de aforo</i>	<i>Río Biblicay</i>	
3 p.m.	5.10	l/s
4 p.m.	5.15	l/s
5 p.m.	5.21	l/s
6 p.m.	5.10	l/s
7 p.m.	5.10	l/s

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 81 Caudal del río Biblicay.

Fuente: Elaboración del autor.

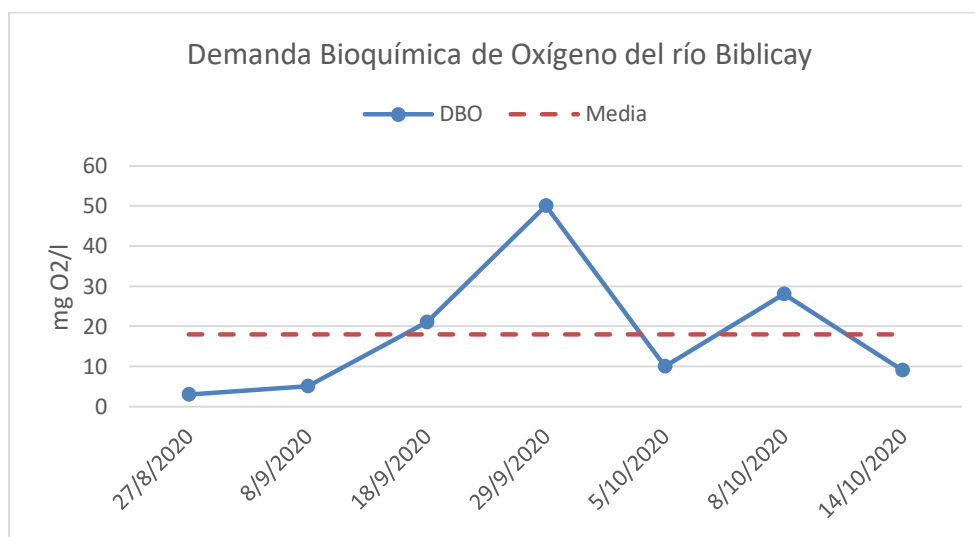
5.3.2. Caracterización del agua del río Biblicay

La toma de muestras de agua para sus análisis en el laboratorio se realizó 5 metros aguas arriba del río antes de la descarga del efluente, para conocer los resultados de cada parámetro antes de que se genere la contaminación por parte de la descarga del agua residual depurada, como indican las siguientes tablas y gráficas.

Tabla 79 Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Bblicay.

<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Bblicay</i>				
Fecha	Unidad	Río Bblicay	Límite Permisible	Criterio
27/08/2020	mg O2/l	3	40	Cumple
08/09/2020	mg O2/l	5	40	Cumple
18/09/2020	mg O2/l	21	40	Cumple
29/09/2020	mg O2/l	50	40	No Cumple
05/10/2020	mg O2/l	10	40	Cumple
08/10/2020	mg O2/l	28	40	Cumple
14/10/2020	mg O2/l	9	40	Cumple
Valor promedio	mg O2/l	18	40	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



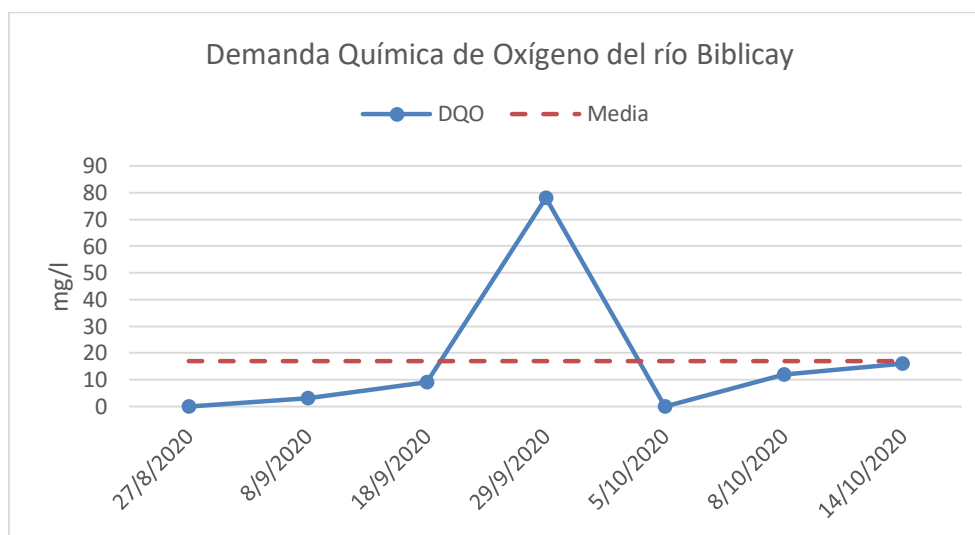
Gráfica 82 Valor promedio de la DBO en el río Bblicay.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 80 Demanda Química de Oxígeno del río Biblicay.

<i>Demanda Química de Oxígeno del río Bbiblicay</i>				
Fecha	Unidad	Río Biblicay	Límite Permissible	Criterio
27/08/2020	mg/l	0	20	Cumple
08/09/2020	mg/l	3	20	Cumple
18/09/2020	mg/l	9	20	Cumple
29/09/2020	mg/l	78	20	No Cumple
05/10/2020	mg/l	0	20	Cumple
08/10/2020	mg/l	12	20	Cumple
14/10/2020	mg/l	16	20	Cumple
Valor promedio	mg/l	16.9	20	Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



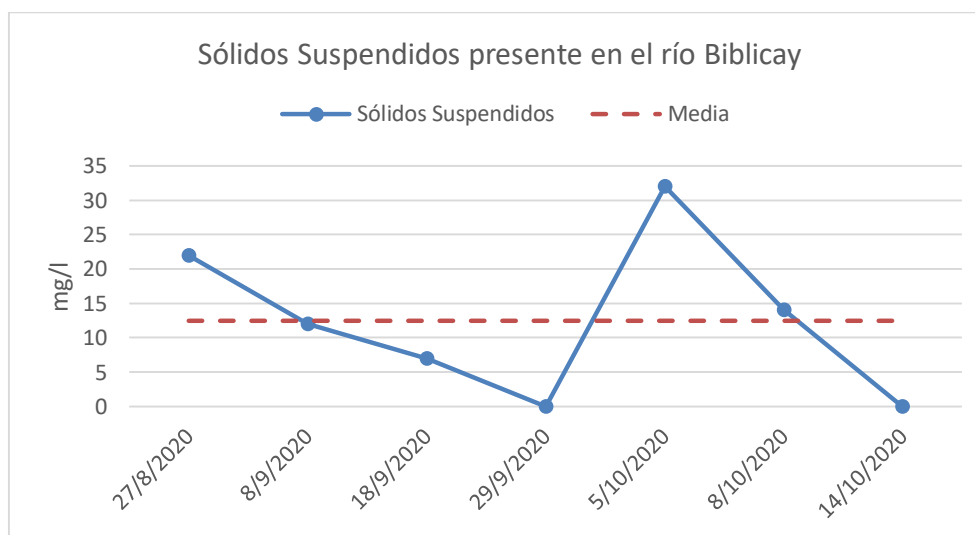
Gráfica 83 Valor promedio de la DQO en el río Biblicay.

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 81 Sólidos suspendidos en el río Biblicay.

Sólidos Suspendidos del río Bbiblicay				
Fecha	Unidad	Río Biblicay	Límite Permisible	Criterio
27/08/2020	mg/l	22		Cumple
08/09/2020	mg/l	12	Máximo	Cumple
18/09/2020	mg/l	7	incremento de	Cumple
29/09/2020	mg/l	0	10% de la	Cumple
05/10/2020	mg/l	32	condición natural	Cumple
08/10/2020	mg/l	14		Cumple
14/10/2020	mg/l	0		Cumple
Valor promedio	mg/l	12.4		Cumple

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 84 Valor promedio de los SS en el río Biblicay.

Fuente: Elaboración del autor.

5.3.3. Capacidad de autodepuración del río Biblicay

Para determinar la capacidad de autodepuración del río Biblicay, se realizó la modelación matemática de Streeter – Phelps mismo que considera parámetros físicos y químicos del agua residual y del río antes de que se mezcle con la descarga del efluente, por ello a continuación en la

Tabla 82 y la Tabla 83 se resumen los datos de cada parámetro necesario para el procedimiento del diseño del modelo matemático.

Tabla 82 Resumen de parámetros necesarios del río Biblicay.

<i>Datos del río Biblicay</i>			
Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q_R	m ³ /s	0.0058
Velocidad media	v	m/s	0.1085
Demanda Bioquímica de Oxígeno	L_R	mg O ₂ /l	18.00
Oxígeno Disuelto	OD_R	mg/l	7.76
Temperatura	T_R	°C	13.3

Fuente: Elaboración de autor.

Tabla 83 Resumen de parámetros necesarios del efluente.

<i>Datos del efluente</i>			
Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q_E	m ³ /s	0.00164
Demanda Bioquímica de Oxígeno	L_E	mg O ₂ /l	1848.14
Oxígeno Disuelto	OD_E	mg/l	6.94
Temperatura	T_E	°C	15.4

Fuente: Elaboración de autor.

Una vez obtenido los resultados de las características físicas y parámetros analizados en laboratorio, se procedió con la obtención de los puntos críticos del déficit de oxígeno en el agua del río para determinar la capacidad de autodepuración. Este procedimiento se describe a continuación:

a) Cálculo del balance de masa después del vertido del afluente en el río.

Caudal inicial.

$$Q_O = Q_R + Q_E$$

$$Q_O = 0.0058 \left[\frac{m^3}{s} \right] + 0.00164 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$Q_O = 0.0074 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Temperatura inicial.

$$T_O = \frac{T_R * Q_R + T_E * Q_E}{Q_O}$$

$$T_O = \frac{13.30[^\circ C] * 0.0058 \left[\frac{m^3}{s} \right] + 15.40[^\circ C] * 0.00164 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{0.0074 \left[\frac{m^3}{s} \right]}$$

$$T_O = 24.69^\circ C$$

DBO inicial.

$$L_O = \frac{L_R * Q_R + L_E * Q_E}{Q_O}$$

$$L_O = \frac{18 \left[\frac{mg}{l} \right] * 0.0058 \left[\frac{m^3}{s} \right] + 48.14 \left[\frac{mg}{l} \right] * 0.00164 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{0.0074 \left[\frac{m^3}{s} \right]}$$

$$L_O = 24.69 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

OD inicial.

$$OD_O = \frac{OD_R * Q_R + OD_E * Q_E}{Q_O}$$

$$L_o = \frac{7.76 \left[\frac{mg}{l} \right] * 0.0058 \left[\frac{m^3}{s} \right] + 6.94 \left[\frac{mg}{l} \right] * 0.00164 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{0.0074 \left[\frac{m^3}{s} \right]}$$

$$L_o = 7.58 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

OD de saturación. Valor adoptado del Anexo 7.

$$OD_{Saturación} = 10.4 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

Déficit inicial de oxígeno.

$$D_o = OD_{Saturación} - OD_o$$

$$D_o = 10.40 \left[\frac{mg}{l} \right] - 7.58 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

$$D_o = 2.82 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

- b) Determinación de los valores de las constantes de desoxigenación y reaireación con base a la velocidad media.

Tabla 84 Valor de las constantes de desoxigenación y reaireación.

<i>Valores tomados de la Tabla 39 para la interpolación según la velocidad media</i>		
V (m/s)	0.03	0.2
K2	0.1	1
K1	0.05	0.7

<i>Valor de constantes</i>		
Desoxigenación	K1	0.3501614
Reaireación	K2	0.51560809

Fuente: Elaboración del autor.

c) Cálculo del punto crítico del déficit de oxígeno.

Tiempo necesario para alcanzar el déficit crítico.

$$t_c = \frac{1}{K_2 - K_1} \ln \left[\frac{K_2}{K_1} \left(1 - \frac{D_o(K_2 - K_1)}{K_1 L_o} \right) \right]$$

$$t_c = \frac{1}{0.51 - 0.35} \ln \left[\frac{0.51}{0.35} \left(1 - \frac{2.82 \left[\frac{mg}{l} \right] (0.51 - 0.35)}{0.35 * 7.58 \left[\frac{mg}{l} \right]} \right) \right]$$

$$t_c = 2.00 \text{ (días)}$$

Distancia al punto crítico.

$$X_c = v * t_c$$

$$X_c = 9.37 \left[\frac{km}{día} \right] * 2 \text{ dias}$$

$$X_c = 18.74 \text{ km}$$

Déficit de oxígeno en el punto crítico.

$$D = \frac{K_1 L_o}{K_2 - K_1} \left[e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t} \right] + D_o e^{-K_2 t}$$

$$D = \frac{0.35 * 7.58 \left[\frac{mg}{l} \right]}{0.51 - 0.35} \left[e^{-0.35^2} - e^{-0.51^2} \right] + 2.82 \left[\frac{mg}{l} \right] e^{-0.51^2}$$

$$D = 8.31 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

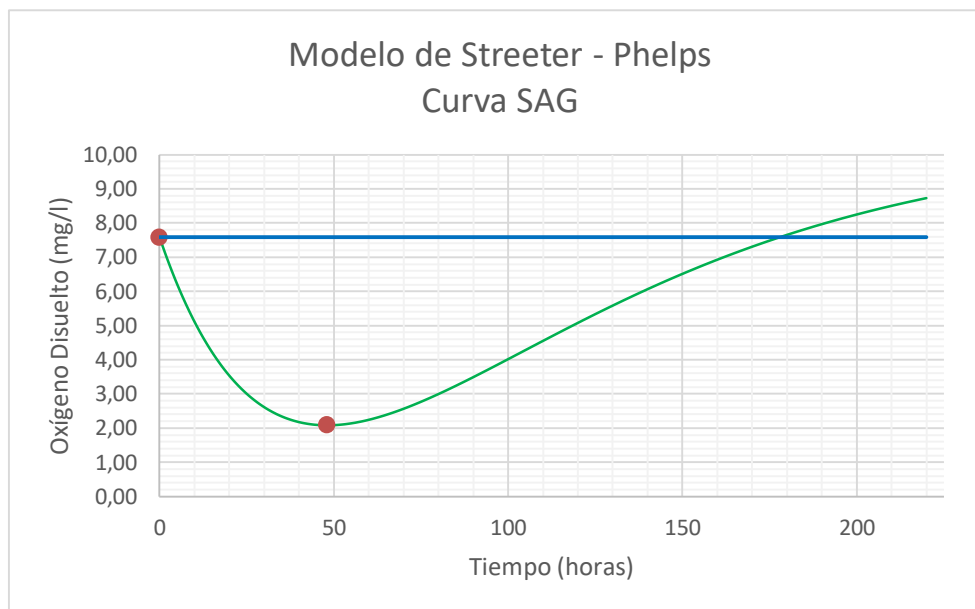
OD en el punto crítico.

$$OD_{punto\ crítico} = OD_{saturación} - D$$

$$OD_{punto\ crítico} = 10.4 \left[\frac{mg}{l} \right] - 8.31 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

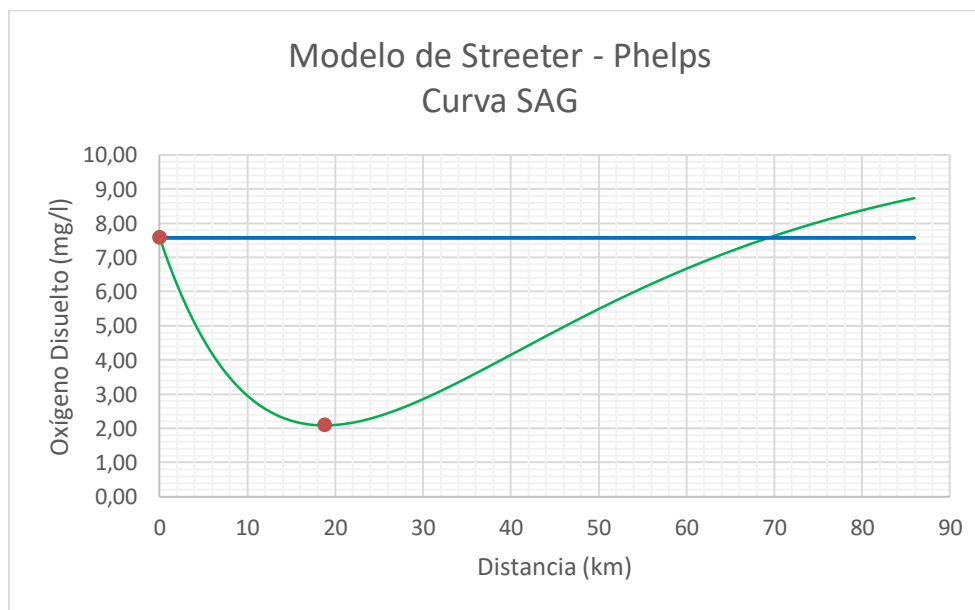
$$OD_{punto\ crítico} = 2.09 \left[\frac{mg}{l} \right]$$

- d) Modelo de Streeter Phelps o curva SAG del comportamiento del oxígeno presente en el río después de la descarga del efluente.



Gráfica 85 Curva de déficit de oxígeno, según el tiempo para el cual alcanza el punto crítico.

Fuente: Elaboración del autor.



Gráfica 86 Curva de déficit de oxígeno, distancia al punto crítico.

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis de Resultados

El río Biblicay no es un cuerpo de agua grande, con una sección geométrica relativamente pequeña de entre 0.9 m de ancho en época de estiaje y 1.3 m en tiempo de lluvia, con profundidades comprendidas entre los 0.15 m a 0.40 m dependiendo del clima. Con esas características el río posee un caudal medio de 5.27 l/s, y una velocidad media de 0.108 m/s.

La corriente de agua recibe la descarga del efluente de la planta de tratamiento de la comunidad de Quillopungo que altera su estado natural, generando un impacto en la carga orgánica del cuerpo de agua, dicho impacto se estudió con el análisis de laboratorio de los parámetros físicos y químicos aguas abajo, determinando que la DBO cumple el límite permisible de carga contaminante en un cuerpo de agua dulce con un margen del 30%, la DQO tiene un margen del 15.5% y los SS cumpliendo con el aumento máximo del 10% del estado natural. Cuando un río no contaminado recibe una descarga de agua residual, la concentración de oxígeno disuelto aguas arriba del vertimiento, estará cerca del nivel de saturación. Una vez introducido el efluente, aumentará el contenido de materia orgánica, lo que provoca dos efectos:

- i. El contenido de sólidos genera turbiedad, evitando así el paso de la luz, por lo tanto, inhibe el crecimiento del fitoplancton. A la vez que se puede presentar la sedimentación de los sólidos, generando malos olores.
- ii. La materia orgánica es alimento para los microorganismos, que es un proceso que consume mucho oxígeno, lo que lleva a su reducción [25].

La aplicación del modelo matemático de Streeter-Phelps muestra que, exponiendo a condiciones anaerobias, el oxígeno disuelto comienza a disminuir de forma gradual hasta alcanzar su valor más bajo durante el estudio de un tramo del río, no obstante, también refleja la tendencia

de recuperación del OD. Con el balance de masa se conoce las condiciones iniciales del cuerpo receptor río abajo, obteniendo un notable aumento en la carga de la DBO del 27.09%.

A medida que disminuye el contenido de oxígeno, el oxígeno presente en la atmósfera entra para compensar el déficit D_0 que se genera de 2.82 mg/l. Inicialmente, la demanda de oxígeno en el cuerpo de agua y los sedimentos consumen el aporte de esta reaireación. Como resultado, existe un punto de equilibrio entre el consumo por reaireación y el suministro de oxígeno. Este es el punto crítico $OD_{\text{crítico}}$ de 2.09 mg/l, que ocurre en el tiempo t_c a los 2 días, desde donde la reaireación es mayor que el consumo, y el nivel de oxígeno comienza a aumentar.

La etapa de asimilación comienza a una distancia X_c de 18.78 km de la descarga del efluente, río abajo, donde las características del agua en el área de recuperación son, buena calidad del agua, vida biológica, baja turbidez y menor cantidad de materia orgánica [25].

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Una vez realizado el estudio integral de las plantas de tratamiento de agua residual de las comunidades de María Auxiliadora y Quillopungo, se puede concluir que se han cumplido con los objetivos antes trazados, en cada uno de los sistemas de depuración.

6.1.1. Comunidad de María Auxiliadora

Una vez evaluada las condiciones en las que se encontró la planta de tratamiento, se llegó a la conclusión de que no ha tenido un mantenimiento adecuado y no se ha realizado la limpieza de lodos retenidos en ningún reactor de depuración. El diseño actual del sistema depurador cumple con normas estándares de diseño, pero los criterios técnicos en los que se basaron no fueron los adecuados, ya que, con los parámetros calculados por la información obtenida en campo se puede dimensionar una planta de tratamiento adecuada para la comunidad y de esta manera obtener un mejor rendimiento en el proceso de tratamiento del agua residual.

Establecida el área de cobertura y la población servida, se concluye que la calidad y cantidad del caudal de agua residual que generan los habitantes se debe a actividades cotidianas del hogar en su gran mayoría y un menor porcentaje por labores de pequeños talleres automotrices.

Con base en los resultados de la caracterización del agua residual, se concluyó que la concentración de la carga contaminante de la DBO, DQO y sólidos suspendidos se encuentran incumpliendo la normativa ambiental establecida por el TULASMA, tanto el afluente como el efluente, de manera que, la planta de tratamiento no realiza un proceso de depuración de residuos líquidos eficaz y llega a tener una eficiencia de apenas el 54.59%.

6.1.2. Comunidad de Quilopungo

Finalizada la evaluación de la planta de tratamiento de Quilopungo, en síntesis, no se encuentra en óptimas condiciones, ya que no se ha realizado el mantenimiento adecuado de ninguno de los componentes de la planta y la limpieza de los lodos generados por las aguas residuales dentro de los reactores de depuración.

Realizado el análisis comparativo con los planos de diseño, se concluyó que las dimensiones de la infraestructura de la planta de tratamiento fueron estimadas con normas mínimas de diseño, estas se basaron en criterios técnicos que no contemplaron la realidad de la población futura a la que va a servir, del mismo modo, con los parámetros obtenidos en campo se pueden dimensionar propuestas adecuadas, que cumplen con la normativa de diseño vigente y alcanzan el rendimiento adecuado en la depuración del agua residual.

Después de obtener los resultados del agua residual en el laboratorio, se concluyó que la concentración de la carga contaminante, tanto del afluente como del efluente, de cada parámetro cumplen con la normativa ambiental establecida por el TULASMA y, si bien, la descarga del agua residual tratada según los límites de vertido es tolerable para el cuerpo de agua receptor, el proceso de depuración de las plantas no es la adecuada ya que apenas llega a tener una eficiencia del 46.08%.

Finalmente, aunque el efluente cumple con las normativas de vertido, este genera contaminación, ya que el cuerpo receptor tiene una capacidad de asimilación baja, llegando a alterar su estado natural, por consiguiente, el agua tarda demasiado en el proceso de autodepuración y estabilización.

Dando a entender que las plantas de tratamiento de agua residual aquí estudiadas, operan a favor de requisitos técnicos mínimos, pero no en beneficio del medio ambiente y de la salud pública.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar una minga por parte de la población y las autoridades competentes para la limpieza y mantenimiento integral del sistema de depuración de agua residual.

Se recomienda realizar campañas de educación ambiental a la población y vigilancia del cumplimiento de la normativa ambiental a las autoridades que estén a cargo del funcionamiento de las plantas de tratamiento a fin de evitar una descarga excesiva de cargas contaminantes de las plantas de tratamiento en los cuerpos receptores.

Las comunidades tienen formado directivas para el servicio del alcantarillado, se recomienda designar a una persona apta para la supervisión, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de forma permanente, proporcionándole capacitaciones técnicas de forma periódica.

Es de suma importancia realizar el control más seguido de los parámetros, para ello se recomienda a la institución encargada de las plantas de tratamiento, implementar un pequeño laboratorio en el que se pueda medir y analizar los parámetros contaminantes del agua residual para un mejor control de eficiencia de trabajo de las plantas de tratamiento, que pueda servir a toda la parroquia Luis Cordero.

Se recomienda realizar una campaña para la recuperación del río Biblicay de la parroquia Luis Cordero, ya que el agua río abajo es utilizado por más habitantes de la parroquia para ganado y riego.

6.3. Referencias Bibliográficas

- [1] G. Henry J. y G. W. Heinke, Ingeniería Ambiental, México: PRENTICE HALL, 1999.
- [2] Metcalf & Eddy, Evaluación de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización, Madrid: McGraw Hill, 1995.
- [3] K. Watkins, Informe sobre Desarrollo Humano, New York: Grupo Mundi-Prensa, 2006.
- [4] G.A.D. Municipal de Azogues, Plan del Buen Vivir y Ordenamiento Territorial, Azogues: G.A.D. Municipal de Azogues, 2015.
- [5] Ministerio del Ambiente, «Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULASMA). Libro VI, Anexo I. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua,» Quito, 2017.
- [6] E. Tilley, L. Ulrich, C. Lüthi, P. Reymond, R. Schertenleib y C. Zurbrügg, Compendium of Sanitation Systems and Technologies, Duebendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2014.
- [7] A. Lozano Rivas, Fundamentos de Diseño de Plantas Depuradoras de Aguas Residuales, Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2012.
- [8] M. von Sperling, Biological Wastewater Treatment Series Vol. 1: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal., London: IWA Publishing, 2007.
- [9] Metcalf & Eddy, Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales, Barcelona: Labor S.A., 1991.
- [10] M. Gutiérrez, Caracterización de las Lagunas Primaria y Secundaria del Sistema de Lagunas de Estabilización de la Universidad de Piura, Piura: Universidad de Piura, 1994.

- [11] J. Silva, Evaluación y Rediseño del Sistema de Lagunas de Estabilización de la Universidad de Piura, Piura: Universidad de Piura, 2004.
- [12] G. Rivas Mijares, Tratamiento de Aguas Residuales, Caracas: Ediciones Vega, 1978.
- [13] J. A. Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principios de Diseño., Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008.
- [14] C. Chernicharo, Biological Wastewater Treatment Series Vol. 4: Anaerobic Reactors, London: IWA Publishing, 2007.
- [15] Secretaría del Agua, Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas de Residuos Líquidos en el Área Rural, Quito, 1992.
- [16] Secretaría del Agua, Normas para Estudios y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, Quito, 1992.
- [17] R. A. López Cualla, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995.
- [18] A. Fernández-Alba, P. Letón, R. Rosal, M. Dorado, S. Villar y J. Sanz, Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales, Madrid: Madrimasd, 2006.
- [19] Organización Panamericana de la Salud, Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, Lima, 2005.
- [20] Asociación Brasileña de Normas Técnicas, NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de Tratamiento Complementario y Eliminación Final de Efluentes Líquidos - Diseño, Construcción y Operación, Río de Janeiro: ABNT "Asociación Brasileña de Normas Técnicas", 1997.

- [21] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendentes., México: CONAGUA, 2015.
- [22] G.A.D. Parroquial de Luis Cordero, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Luis Cordero, Azogues: Consorcio Argudo & Calle, 2015.
- [23] D. Casero Rodríguez, Saneamiento y Alcantarillado / Gestión de Aguas Residuales, Madrid: EOI Escuela de Organización Industrial, 2016.
- [24] C. A. Ramírez Callejas, J. L. García Velez, Y. Carvajal E., O. Ramírez Benjumea, R. Bocanegra V., J. C. Loaiza Quintero y J. C. Escobar, Manual de Procedimientos Hidrométricos, Santiago de Cali: Universidad del Valle, 2005.
- [25] C. A. Sierra Ramirez, Calidad del Agua, Evaluación y Diagnóstico, Medellín: Ediciones de la U, 2011.
- [26] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2169 Agua. Calidad de Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras, Quito, 1998.
- [27] Asociación Alemana de Saneamiento, Determinación del Grado de Eficiencia de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales -Hoja Técnica M 755-, San José: CAPRE / ANDESAPA, 1994.
- [28] Ministerio del Agua - Viceministerio de Servicios Básicos, NB 688: Reglamentos Técnicos de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial, La Paz, 2007.
- [29] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 1106 Aguas. Determinación del Oxígeno Disuelto, Quito, 2013.

6.4. Anexos

Anexo 1: Coeficientes de infiltración en tuberías.

<i>Nivel Freático</i>	<i>Tubería de Hormigón</i>		<i>Tubería de PVC</i>	
	Tipo de unión			
	Hormigón	Anillo de goma	Hormigón	Anillo de goma
Bajo	0.0005	0.0002	0.0001	0.00005
Alto	0.0008	0.0002	0.00015	0.00005

Fuente: Tomado del Ministerio del Agua [28]

Anexo 2: Parámetros considerados para el análisis de las muestras de agua residual.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Método</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg O ₂ /l	APHA 5210 D
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	APHA 5220 D
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	APHA 2540 F
Oxígeno Disuelto in situ	OD	mg/l	SM 4500 O G
Temperatura in situ	---	°C	SM 2550 B

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 3: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Límite máximo admisible</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	220

Fuente: Adaptado del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 387 [5, p. 20].

Anexo 4: Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Límite máximo admisible</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	130

Fuente: Adaptado del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 387 [5, p. 21].

Anexo 5: Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Límite máximo admisible</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	20
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	40
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	Max. Incremento de 10% de la condición natural.

Fuente: Adaptado del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 387 [5, p. 14].

Anexo 6: Aporte per cápita para aguas residuales.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Valor Sugerido</i>	<i>Unidad</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	50	g/hab/día
Demanda Química de Oxígeno	DQO	119.41	g/hab/día
Sólidos Suspendidos	SS	60	g/hab/día

Fuente: Adaptado de la Secretaría del Agua [16, pp. 312 - 314]

Anexo 7: Concentración de Oxígeno Disuelto equivalente a un grado de saturación.

<i>Temperatura</i>	<i>OD</i>	<i>Temperatura</i>	<i>OD</i>	<i>Temperatura</i>	<i>OD</i>
<i>(°C)</i>	<i>(mg/l)</i>	<i>(°C)</i>	<i>(mg/l)</i>	<i>(°C)</i>	<i>(mg/l)</i>
0	14.6				
1	14.2	16	10	31	7.5
2	13.8	17	9.7	32	7.4
3	13.5	18	9.5	33	7.3
4	13.1	19	9.4	34	7.2
5	12.8	20	9.2	35	7.1
6	12.5	21	9	36	7
7	12.2	22	8.8	37	6.9
8	11.9	23	8.7	38	6.8
9	11.6	24	8.5	39	6.7
10	11.3	25	8.4	40	6.6
11	11.1	26	8.2	41	6.5
12	10.8	27	8.1	42	6.4
13	10.6	28	7.9	43	6.3
14	10.4	29	7.8	44	6.2
15	10.2	30	7.6	45	6.1

Fuente: Adaptado de la Tabla C1 de la NTE INEN 1106 [29, p. 10].

Anexo 8: Determinación de caudal de diseño con base en la población actual de la comunidad de María Auxiliadora.

<i>Caudal Medio Diario</i>		
$Q_m = \frac{CR * D * P}{86400}$		
CR	80	%
D	75	l/hab/d
P	809	hab
Q _m	0.56	l/s

<i>Coefficiente de Mayoración</i>	
$M = \frac{5}{P^{0.2}}$	
M	1.31

<i>Caudal Máximo Diario</i>		
$Q_{MD} = Q_m * M$		
Q _m	0.56	l/s
M	1.31	
Q _{MD}	0.74	l/s

<i>Caudal Máximo Horario</i>		
$Q_{MH} = M * Q_{MD}$		
Q _{MD}	0.74	l/s
M	1.43	

Q_{MH}	1.05	l/s
----------	------	-----

Caudal por Infiltraciones

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

I	0.0008	l/s/m
L	2280	m
Q_{inf}	1.82	l/s

Caudal por Conexiones Ilícitas

$$Q_e = \frac{80 * P}{86400}$$

P	809	hab
Q_e	0.75	l/s

Caudal de Diseño de AR

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

$Q_{MH} =$	1.05	l/s
$Q_{inf} =$	1.82	l/s
$Q_e =$	0.75	l/s
$Q_d =$	3.63	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 9: Población de la parroquia Luis Cordero según INEC y PDyOT.

<i>Año</i>	<i>Población Luis Cordero</i>
P1 2001	3335 hab.
P2 2010	3871 hab.
P3 2015	4415 hab.
P4 2020	4767 hab.

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 10: Determinación del caudal de diseño para un período de diseño de 20 años de la comunidad de María Auxiliadora.

<i>Caudal Medio Diario</i>		
$Q_m = \frac{CR * D * P}{86400}$		
CR	80	%
D	75	l/hab/d
P	1752	hab
Q _m	1.22	l/s
<i>Coefficiente de Mayoración</i>		
$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$		
M	1.31	
<i>Caudal Máximo Diario</i>		
$Q_{MD} = Q_m * M$		
Q _m	1.22	l/s
M	1.31	
Q _{MD}	1.59	l/s

Caudal Máximo Horario

$$Q_{MH} = M * Q_{MD}$$

Q _{MD}	1.59	l/s
M	1.31	
Q _{MH}	2.07	l/s

Caudal por Infiltraciones

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

I	0.0008	l/s/m
L	2280	m
Q _{inf}	1.82	l/s

Caudal por Conexiones Ilícitas

$$Q_e = \frac{80 * P}{86400}$$

P	1752	hab
Q _e	1.62	l/s

Caudal de Diseño de AR

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

Q _{MH} =	2.07	l/s
Q _{inf} =	1.82	l/s
Q _e =	1.62	l/s

$$Q_d = \frac{5.52}{\text{m}^2} \text{ l/s}$$

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 11: Dimensionamiento de fosa séptica según datos actuales de la comunidad de María Auxiliadora.

TANQUE SÉPTICO		
Altura útil:	2.50	m
La altura libre o de gases según la normativa y las clases impartidas debe ser de al menos 0.40 metros		
Altura libre:	0.50	m
La altura total resultado de la sumatoria de la altura útil y la altura libre o de gases debe permitir el libre movimiento de una persona para su mantenimiento.		
Altura total:	3.00	m
Se recomienda que la relación largo/ancho en este tipo de estructuras sea 2 para un mejor funcionamiento y comportamiento estructural.		
Relación largo ancho:	2.00	
El periodo de limpieza debe ser de uno a dos años como máximo		
Periodo de limpieza:	1.00	años
El Tiempo de retención debe ser de 12 a 24 horas, se adopta 12 ya que caso contrario el volumen prácticamente se duplica dando una estructura muy grande.		
Tiempo de retención:	12.00	horas
Lo norma dice que un valor promedio de la producción de lodos es de 30 litros/habitante/periodo de limpieza		
Lodos acumulados por habitante:	30.00	litros
El volumen está dado por la sumatoria de los lodos producidos en el periodo de limpieza más el volumen de aguas a contener en el tiempo de retención.		
Volumen 1: Caudal * Tiempo de retención	110.16	m ³
Volumen 2: Lodos digeridos * Población de diseño	24.27	m ³
Volumen requerido = V1 + V2	134.43	m ³
$\text{Volumen} = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Altura}$ $\text{Volumen} = 2\text{Ancho} * \text{Ancho} * \text{Altura Útil}$ $\text{Volumen} = 2\text{Ancho}^2 * \text{Altura Útil}$ $\text{Ancho} = \sqrt{\frac{\text{Volumen}}{2 * \text{Altura Útil}}}$		
Ancho:	5.20	m
Largo:	10.40	m
La primera cama será 2/3 de la longitud total y la segunda cámara será el 1/3 restante.		
Primera cámara:	6.93	m
Primera cámara valor de diseño:	7.00	m
Segunda cámara:	3.47	m
Segunda cámara valor de diseño:	3.50	m
La ventana u orificio de paso entre la primera y segunda cámara estará ubicada a 2/3 de la altura útil y el orificio tendrá de área el 10% de la sección transversal.		
Orificio para el paso a la segunda cámara:	1.70	m
Área para el orificio para el paso a la segunda cámara:	0.88	m²
Altura del orificio para el paso a la segunda cámara:	0.25	m

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 12: Dimensionamiento de filtro anaerobio según datos actuales de la comunidad de María Auxiliadora.

FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE																																					
El filtro anaerobio es una unidad de tratamiento biológico de flujo ascendente, del efluente que resulta del tanque séptico, que funciona en condiciones anaerobias, cuyo medio filtrante se permanece sumergido. Si fuera necesario pueden ser contruidos tantos filtros cuantos sean necesarios, colocados para que funcionen en paralelo.																																					
La altura útil será resultado de la sumatoria de la altura correspondiente al medio más el falso fondo y el espacio libre bajo el falso fondo. La altura máxima del medio es de 1.20 metros Las tapas que conforman el falso fondo miden 0.10 cm. El espacio libre se recomienda que sea de 0.40 metros. Dando una altura útil de 1.70 metros.																																					
Altura util	1.7	m																																			
El volumen útil del lecho de filtro (V_u) en se obtiene de la ecuación: $V_u = 1,6 * N * C * T$																																					
Donde: N: Número de contribuyentes C: Contribución de aguas residuales T: Tiempo de retención hidráulica en días N*C nos da el caudal de diseño																																					
Caudal:	220320.00	lt/d																																			
THD es el tiempo de retención hidráulico y viene dado en función de la temperatura y el caudal.																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Caudal Litros/día</th> <th colspan="3">Temperatura más baja</th> </tr> <tr> <th>Bajo 15°C</th> <th>Entre 15°C y 25°C</th> <th>Sobre 25°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 1500</td> <td>1,17</td> <td>1,00</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>De 1501 a 3000</td> <td>1,08</td> <td>0,92</td> <td>0,83</td> </tr> <tr> <td>De 3001 a 4500</td> <td>1,00</td> <td>0,83</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>De 4501 a 6000</td> <td>0,92</td> <td>0,75</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>De 6000 a 7500</td> <td>0,83</td> <td>0,67</td> <td>0,58</td> </tr> <tr> <td>De 7500 a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,58</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Superior a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>			Caudal Litros/día	Temperatura más baja			Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C	Hasta 1500	1,17	1,00	0,92	De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83	De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75	De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67	De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58	De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50	Superior a 9000	0,75	0,50	0,50
Caudal Litros/día	Temperatura más baja																																				
	Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C																																		
Hasta 1500	1,17	1,00	0,92																																		
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83																																		
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75																																		
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67																																		
De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58																																		
De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50																																		
Superior a 9000	0,75	0,50	0,50																																		
Fuente: Tomado de Asociación Brasileña de Normas Técnicas (1997, p. 7)																																					
THD:	0.75	días																																			
Volumen:	265.384	m3																																			
El área es el resultado de dividir el volumen para la altura util.																																					
Área total:	156.108235	m2																																			
Área adoptada 3 unidades:	52.0360784	m2																																			
Al ser un filtro de flujo ascendente su ancho y largo no tiene restricciones más que los criterios del diseñador. Recomendándose manejar anchos de máximo 5 metros.																																					
Ancho por unidad:	5	m																																			
Largo por unidad:	10.5	m																																			

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 13: Dimensionamiento de la fosa séptica según el período de diseño de la comunidad de María Auxiliadora.

TANQUE SÉPTICO		
Altura útil:	2.50	m
La altura libre o de gases según la normativa y las clases impartidas debe ser de al menos 0.40 metros.		
Altura libre:	0.50	m
La altura total resultado de la sumatoria de la altura útil y la altura libre o de gases debe permitir el libre movimiento de una persona para su mantenimiento.		
Altura total:	3.00	m
Se recomienda que la relación largo/ancho en este tipo de estructuras sea 2 para un mejor funcionamiento y comportamiento estructural.		
Relación largo ancho:	2.00	
El periodo de limpieza debe ser de uno a dos años como máximo.		
Periodo de limpieza:	1.00	años
El Tiempo de retención debe ser de 12 a 24 horas, se adopta 12 ya que caso contrario el volumen prácticamente de duplica dando una estructura muy grande.		
Tiempo de retención:	12.00	horas
Lo norma dice que un valor promedio de la producción de lodos es de 30 litros/habitante/periodo de limpieza.		
Lodos acumulados por habitante:	30.00	litros
El volumen está dado por la sumatoria de los lodos producidos en el periodo de limpieza más el volumen de aguas a contener en el tiempo de retención.		
Volumen 1: Caudal * Tiempo de retención	119.23	m3
Volumen 2: Lodos digeridos * Población de diseño	26.28	m3
Volumen requerido = V1 + V2	145.51	m3
$Volumen = Largo * Ancho * Altura$ $Volumen = 2Ancho * Ancho * Altura Útil$ $Volumen = 2Ancho^2 * Altura Útil$ $Ancho = \sqrt{\frac{Volumen}{2 * Altura Útil}}$		
Ancho:	5.40	m
Largo:	10.80	m
La primera cama será 2/3 de la longitud total y la segunda cámara será el 1/3 restante.		
Primera cámara:	7.20	m
Primera cámara valor de diseño:	7.20	m
Segunda cámara:	3.60	m
Segunda cámara valor de diseño:	3.60	m
La ventana u orificio de paso entre la primera y segunda cámara estará ubicada a 2/3 de la altura útil y el orificio tendrá de área el 10% de la sección transversal.		
Orificio para el paso a la segunda cámara:	1.70	m
Área para el orificio para el paso a la segunda cámara:	0.90	m2
Altura del orificio para el paso a la segunda cámara:	0.25	m

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 14: Dimensionamiento del filtro anaerobio según el período de diseño de la comunidad de María Auxiliadora.

FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE																																					
El filtro anaerobio es una unidad de tratamiento biológico de flujo ascendente, del efluente que resulta del tanque séptico, que funciona en condiciones anaerobias, cuyo medio filtrante se permanece sumergido. Si fuera necesario pueden ser contruidos tantos filtros cuantos sean necesarios, colocados para que funcionen en paralelo.																																					
La altura útil será resultado de la sumatoria de la altura correspondiente al medio más el falso fondo y el espacio libre bajo el falso fondo. La altura máxima del medio es de 1.20 metros Las tapas que conforman el falso fondo miden 0.10 cm. El espacio libre se recomienda que sea de 0.40 metros. Dando una altura útil de 1.70 metros.																																					
Altura util	1.7	m																																			
El volumen útil del lecho de filtro (V_u) en se obtiene de la ecuación: $V_u = 1,6 * N * C * T$																																					
Donde: N: Número de contribuyentes C: Contribución de aguas residuales T: Tiempo de retención hidráulica en días N*C nos da el caudal de diseño																																					
Caudal:	238464.00	lt/d																																			
THD es el tiempo de retención hidráulico y viene dado en función de la temperatura y el caudal.																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Caudal Litros/día</th> <th colspan="3">Temperatura más baja</th> </tr> <tr> <th>Bajo 15°C</th> <th>Entre 15°C y 25°C</th> <th>Sobre 25°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 1500</td> <td>1,17</td> <td>1,00</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>De 1501 a 3000</td> <td>1,08</td> <td>0,92</td> <td>0,83</td> </tr> <tr> <td>De 3001 a 4500</td> <td>1,00</td> <td>0,83</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>De 4501 a 6000</td> <td>0,92</td> <td>0,75</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>De 6000 a 7500</td> <td>0,83</td> <td>0,67</td> <td>0,58</td> </tr> <tr> <td>De 7500 a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,58</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Superior a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>			Caudal Litros/día	Temperatura más baja			Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C	Hasta 1500	1,17	1,00	0,92	De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83	De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75	De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67	De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58	De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50	Superior a 9000	0,75	0,50	0,50
Caudal Litros/día	Temperatura más baja																																				
	Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C																																		
Hasta 1500	1,17	1,00	0,92																																		
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83																																		
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75																																		
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67																																		
De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58																																		
De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50																																		
Superior a 9000	0,75	0,50	0,50																																		
Fuente: Tomado de Asociación Brasileña de Normas Técnicas (1997, p. 7)																																					
THD:	0.75	días																																			
Volumen:	286.1568	m3																																			
El área es el resultado de dividir el volumen para la altura util.																																					
Área:	168.327529	m2																																			
Área adoptada 2 unidades:	84.1637647	m2																																			
Al ser un filtro de flujo ascendente su ancho y largo no tiene restricciones más que los criterios del diseñador. Recomendándose manejar anchos de máximo 5 metros																																					
Ancho por unidad:	5	m																																			
Largo por unidad:	16.9	m																																			

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 15: Determinación de caudal de diseño con base en la población actual de la comunidad de Quilopungo.

Caudal Medio Diario

$$Q_m = \frac{CR * D * P}{86400}$$

CR	80	%
D	75	l/hab/d
P	257	hab
Q _m	0.18	l/s

Coefficiente de Mayoración

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

M	1.65
---	------

Caudal Máximo Diario

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

Q _m	0.18	l/s
M	1.65	
Q _{MD}	0.29	l/s

Caudal Máximo Horario

$$Q_{MH} = M * Q_{MD}$$

Q _{MD}	0.29	l/s
M	1.65	
Q _{MH}	0.48	l/s

Caudal por Infiltraciones

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

I	0.0008	l/s/m
L	925	m
Q_{inf}	0.74	l/s

Caudal por Conexiones Ilícitas

$$Q_e = \frac{80 * P}{86400}$$

P	257	hab
Q_e	0.24	l/s

Caudal de Diseño de AR

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

Q _{MH} =	0.48	l/s
Q _{inf} =	0.74	l/s
Q _e =	0.24	l/s
Q_d =	1.46	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 16: Determinación de caudal de diseño para un período de 20 años de la comunidad de Quillopungo.

Caudal Medio Diario

$$Q_m = \frac{CR * D * P}{86400}$$

CR	80	%
D	75	l/hab/d
P	1199	hab
Q _m	0.83	l/s

Coefficiente de Mayoración

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

M	1.36
---	------

Caudal Máximo Diario

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

Q _m	0.83	l/s
M	1.36	
Q _{MD}	1.13	l/s

Caudal Máximo Horario

$$Q_{MH} = M * Q_{MD}$$

Q_{MD}	1.13	l/s
M	1.36	
Q_{MH}	1.55	l/s

Caudal por Infiltraciones

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

I	0.0008	l/s/m
L	925	m
Q_{inf}	0.74	l/s

Caudal por Conexiones Ilícitas

$$Q_e = \frac{80 * P}{86400}$$

P	1199	hab
Q_e	1.11	l/s

Caudal de Diseño de AR

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

$Q_{MH} =$	1.55	l/s
$Q_{inf} =$	0.74	l/s
$Q_e =$	1.11	l/s
$Q_d =$	3.40	l/s

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 17: Dimensionamiento de fosa séptica según datos actuales de la comunidad de

Quillopungo.

TANQUE SÉPTICO		
Altura útil:	2.50	m
La altura libre o de gases según la normativa y las clases impartidas debe ser de al menos 0.40 metros		
Altura libre:	0.50	m
La altura total resultado de la sumatoria de la altura útil y la altura libre o de gases debe permitir el libre movimiento de una persona para su mantenimiento.		
Altura total:	3.00	m
Se recomienda que la relación largo/ancho en este tipo de estructuras sea 2 para un mejor funcionamiento y comportamiento estructural.		
Relación largo ancho:	2.00	
El periodo de limpieza debe ser de uno a dos años como máximo		
Periodo de limpieza:	1.00	años
El Tiempo de retención debe ser de 12 a 24 horas, se adopta 12 ya que caso contrario el volumen prácticamente de duplica dando una estructura muy grande.		
Tiempo de retención:	12.00	horas
Lo norma dice que un valor promedio de la producción de lodos es de 30 litros/habitante/periodo de limpieza		
Lodos acumulados por habitante:	30.00	litros
El volumen está dado por la sumatoria de los lodos producidos en el periodo de limpieza más el volumen de aguas a contener en el tiempo de retención.		
Volumen 1: Caudal * Tiempo de retención	77.76	m ³
Volumen 2: Lodos digeridos * Población de diseño	7.71	m ³
Volumen requerido = V1 + V2	85.47	m ³
$Volumen = Largo * Ancho * Altura$ $Volumen = 2Ancho * Ancho * Altura Útil$ $Volumen = 2Ancho^2 * Altura Útil$ $Ancho = \sqrt{\frac{Volumen}{2 * Altura Útil}}$		
Ancho:	4.20	m
Largo:	8.40	m
La primera cama será 2/3 de la longitud total y la segunda cámara será el 1/3 restante.		
Primera cámara:	5.60	m
Primera cámara valor de diseño:	5.60	m
Segunda cámara:	2.80	m
Segunda cámara valor de diseño:	2.80	m
La ventana u orificio de paso entre la primera y segunda cámara estará ubicada a 2/3 de la altura útil y el orificio tendrá de área el 10% de la sección transversal.		
Orificio para el paso a la segunda cámara:	1.70	m
Área para el orificio para el paso a la segunda cámara:	0.70	m²
Altura del orificio para el paso a la segunda cámara:	0.25	m

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 18: Dimensionamiento de filtro anaerobio según datos actuales de la comunidad de Quillopongo.

FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE																																					
El filtro anaerobio es una unidad de tratamiento biológico de flujo ascendente, del efluente que resulta del tanque séptico, que funciona en condiciones anaerobias, cuyo medio filtrante se permanece sumergido. Si fuera necesario pueden ser construidos tantos filtros cuantos sean necesarios, colocados para que funcionen en paralelo.																																					
La altura útil será resultado de la sumatoria de la altura correspondiente al medio más el falso fondo y el espacio libre bajo el falso fondo. La altura máxima del medio es de 1.20 metros Las tapas que conforman el falso fondo miden 0.10 cm. El espacio libre se recomienda que sea de 0.40 metros Dando una altura útil de 1.70 metros																																					
Altura util	1.7	m																																			
El volumen útil del lecho de filtro (Vu) en se obtiene de la ecuación: $Vu = 1,6 * N * C * T$																																					
Donde N: Número de contribuyentes C: Contribución de aguas residuales T: Tiempo de retención hidráulica en días N*C nos da el caudal de diseño																																					
Caudal:	155520.00	lt/d																																			
THD es el tiempo de retención hidráulico y viene dado en función de la temperatura y el Caudal.																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Caudal Litros/día</th> <th colspan="3">Temperatura más baja</th> </tr> <tr> <th>Bajo 15°C</th> <th>Entre 15°C y 25°C</th> <th>Sobre 25°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 1500</td> <td>1,17</td> <td>1,00</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>De 1501 a 3000</td> <td>1,08</td> <td>0,92</td> <td>0,83</td> </tr> <tr> <td>De 3001 a 4500</td> <td>1,00</td> <td>0,83</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>De 4501 a 6000</td> <td>0,92</td> <td>0,75</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>De 6000 a 7500</td> <td>0,83</td> <td>0,67</td> <td>0,58</td> </tr> <tr> <td>De 7500 a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,58</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Superior a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>	Caudal Litros/día	Temperatura más baja			Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C	Hasta 1500	1,17	1,00	0,92	De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83	De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75	De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67	De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58	De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50	Superior a 9000	0,75	0,50	0,50	
Caudal Litros/día	Temperatura más baja																																				
	Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C																																		
Hasta 1500	1,17	1,00	0,92																																		
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83																																		
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75																																		
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67																																		
De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58																																		
De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50																																		
Superior a 9000	0,75	0,50	0,50																																		
Fuente: Tomado de Asociación Brasileña de Normas Técnicas (1997, p. 7)																																					
THD:	0.75	días																																			
Volumen:	186.624	m ³																																			
El Area es el resultado de dividir el volumen para la altura util.																																					
Área:	109.778824	m ²																																			
Área adoptada 2 unidades:	54.8894118	m²																																			
Al ser un filtro de flujo ascendente su ancho y largo no tiene restricciones más que los criterios del diseñador. Recomendándose manejar anchos de máximo 5 metros																																					
Ancho por unidad:	5	m																																			
Largo por unidad:	11	m																																			

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 19: Dimensionamiento de fosa séptica según el período de diseño de la comunidad de Quillopungo.

TANQUE SÉPTICO		
Altura útil:	2.50	m
La altura libre o de gases según la normativa y las clases impartidas debe ser de al menos 0.40 metros		
Altura libre:	0.50	m
La altura total resultado de la sumatoria de la altura útil y la altura libre o de gases debe permitir el libre movimiento de una persona para su mantenimiento.		
Altura total:	3.00	m
Se recomienda que la relación largo/ancho en este tipo de estructuras sea 2 para un mejor funcionamiento y comportamiento estructural.		
Relación largo ancho:	2.00	
El periodo de limpieza debe ser de uno a dos años como máximo		
Periodo de limpieza:	1.00	años
El Tiempo de retención debe ser de 12 a 24 horas, se adopta 12 ya que caso contrario el volumen prácticamente se duplica dando una estructura muy grande.		
Tiempo de retención:	12.00	horas
Lo norma dice que un valor promedio de la producción de lodos es de 30 litros/habitante/periodo de limpieza		
Lodos acumulados por habitante:	30.00	litros
El volumen está dado por la sumatoria de los lodos producidos en el periodo de limpieza más el volumen de aguas a contener en el tiempo de retención.		
Volumen 1: Caudal * Tiempo de retención	73.44	m ³
Volumen 2: Lodos digeridos * Población de diseño	18.00	m ³
Volumen requerido = V1 + V2	91.44	m ³
$Volumen = Largo * Ancho * Altura$ $Volumen = 2Ancho * Ancho * Altura Útil$ $Volumen = 2Ancho^2 * Altura Útil$ $Ancho = \sqrt{\frac{Volumen}{2 * Altura Útil}}$		
Ancho:	4.30	m
Largo:	8.60	m
La primera cama será 2/3 de la longitud total y la segunda cámara será el 1/3 restante.		
Primera cámara:	5.73	m
Primera cámara valor de diseño:	5.80	m
Segunda cámara:	2.87	m
Segunda cámara valor de diseño:	2.90	m
La ventana u orificio de paso entre la primera y segunda cámara estará ubicada a 2/3 de la altura útil y el orificio tendrá de área el 10% de la sección transversal.		
Orificio para el paso a la segunda cámara:	1.70	m
Área para el orificio para el paso a la segunda cámara:	0.73	m²
Altura del orificio para el paso a la segunda cámara:	0.25	m


Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 20: Dimensionamiento del filtro anaerobio según el período de diseño de la comunidad de Quillopongo.

FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE																																					
El filtro anaerobio es una unidad de tratamiento biológico de flujo ascendente, del efluente que resulta del tanque séptico, que funciona en condiciones anaerobias, cuyo medio filtrante se permanece sumergido. Si fuera necesario pueden ser construidos tantos filtros cuantos sean necesarios, colocados para que funcionen en paralelo.																																					
La altura útil será resultado de la sumatoria de la altura correspondiente al medio más el falso fondo y el espacio libre bajo el falso fondo. La altura máxima del medio es de 1.20 metros Las tapas que conforman el falso fondo miden 0.10 cm. El espacio libre se recomienda que sea de 0.40 metros Dando una altura útil de 1.70 metros																																					
Altura util	1.7	m																																			
El volumen útil del lecho de filtro (Vu) en se obtiene de la ecuación: $Vu = 1,6 * N * C * T$																																					
Donde N: Número de contribuyentes C: Contribución de aguas residuales T: Tiempo de retención hidráulica en días N*C nos da el caudal de diseño																																					
Caudal:	146880.00	lt/d																																			
THD es el tiempo de retención hidráulico y viene dado en función de la temperatura y el Caudal.																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Caudal Litros/día</th> <th colspan="3">Temperatura más baja</th> </tr> <tr> <th>Bajo 15°C</th> <th>Entre 15°C y 25°C</th> <th>Sobre 25°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 1500</td> <td>1,17</td> <td>1,00</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>De 1501 a 3000</td> <td>1,08</td> <td>0,92</td> <td>0,83</td> </tr> <tr> <td>De 3001 a 4500</td> <td>1,00</td> <td>0,83</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>De 4501 a 6000</td> <td>0,92</td> <td>0,75</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>De 6000 a 7500</td> <td>0,83</td> <td>0,67</td> <td>0,58</td> </tr> <tr> <td>De 7500 a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,58</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Superior a 9000</td> <td>0,75</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>		Caudal Litros/día	Temperatura más baja			Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C	Hasta 1500	1,17	1,00	0,92	De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83	De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75	De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67	De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58	De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50	Superior a 9000	0,75	0,50	0,50
Caudal Litros/día	Temperatura más baja																																				
	Bajo 15°C	Entre 15°C y 25°C	Sobre 25°C																																		
Hasta 1500	1,17	1,00	0,92																																		
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83																																		
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75																																		
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67																																		
De 6000 a 7500	0,83	0,67	0,58																																		
De 7500 a 9000	0,75	0,58	0,50																																		
Superior a 9000	0,75	0,50	0,50																																		
Fuente: Tomado de Asociación Brasileña de Normas Técnicas (1997, p. 7)																																					
THD:	0.75	días																																			
Volumen:	176.256	m3																																			
El Area es el resultado de dividir el volumen para la altura util.																																					
Área:	103.68	m2																																			
Área adoptada 2 unidades:	51.84	m2																																			
Al ser un filtro de flujo ascendente su ancho y largo no tiene restricciones más que los criterios del diseñador. Recomendándose manejar anchos de máximo 5 metros																																					
Ancho por unidad:	5	m																																			
Largo por unidad:	10.4	m																																			

Fuente: Elaboración del autor.

Anexo 21: Modelo de la encuesta socioeconómica

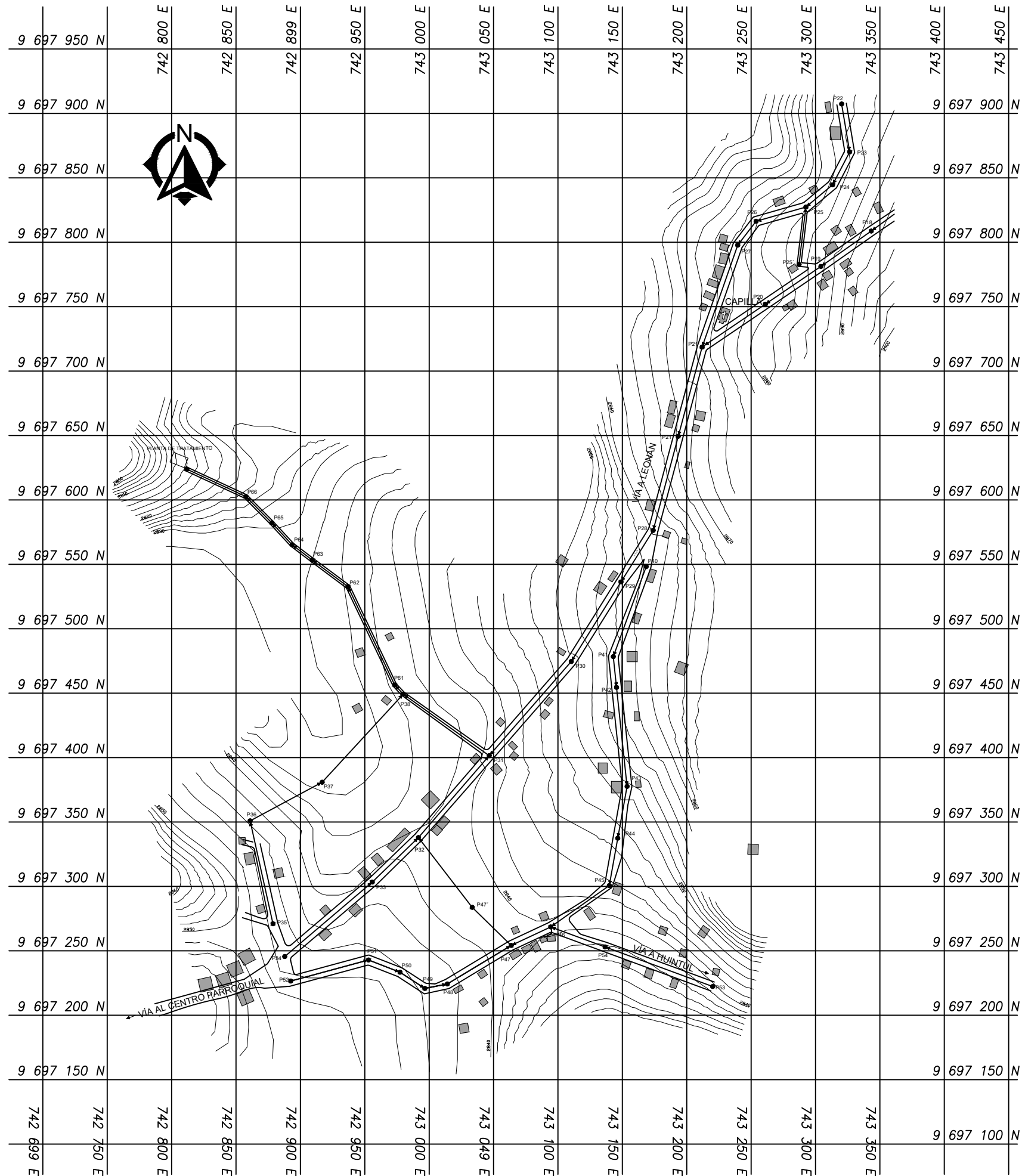
		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
ENCUESTA SOCIO - ECONÓMICA			
Provincia:	Cañar	Cantón:	Azogues
Parroquia:	Luis Cordero	Fecha:	<input type="text"/>
1. Identificación del usuario			
1.1. Jefe de hogar:	<input type="text"/>		
1.2. Sector:	María Auxiliadora <input type="text"/>	Quilopungo	<input type="text"/>
1.3. Ocupación de vivienda:	Permanente <input type="text"/>	Ocasional	<input type="text"/>
1.4. Tipo de edificación:	Vivienda <input type="text"/>	Comercio	<input type="text"/>
	Otros <input type="text"/>		
2. Datos de población, vivienda y economía			
2.1. Tipo de vivienda:	Propia <input type="text"/>	Arrendada	<input type="text"/>
2.2. Número de pisos:	<input type="text"/>	2.3. Estado actual:	Nueva <input type="text"/>
			Buena <input type="text"/>
			Regular <input type="text"/>
			Mala <input type="text"/>
2.4. Número de personas por vivienda:	<input type="text"/>		
Número de familias:	<input type="text"/>		
Menores de 18 años:	<input type="text"/>	Mayores a 18 años:	<input type="text"/>
2.5. Ocupación de los miembros de familia	Padre <input type="text"/>		
	Madre <input type="text"/>		
	Hijos <input type="text"/>		
2.6. Lugar de trabajo:			
	Dentro de la comunidad <input type="text"/>	Fuera	<input type="text"/>
	Sitio <input type="text"/>		
2.7. Tiene vehículo propio:	Si <input type="text"/>	No	<input type="text"/>
2.8. Uso del vehículo:	Particular <input type="text"/>	Alquiler	<input type="text"/>
2.9. Higiene de la vivienda:	Bueno: <input type="text"/>	Regular:	<input type="text"/>
	Malo: <input type="text"/>		

3. Servicios Públicos				
3.1. Energía Eléctrica con medidor:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3.2. Telefonía fija:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3.3. Telefonía móvil:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3.4. Internet:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3.5. Agua Potable:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3.6. Recolección de basura:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3.7. Subcentro de salud:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
4. Disposición de Excretas, Alcantarillado				
4.1. Conectado al alcantarillado:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
4.2. Posee escusados:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
	Cuántos	<input type="text"/>		
	Dentro de la casa	<input type="text"/>	Fuera	<input type="text"/>
	Si esta fuera de la casa, está conectado al alcantarillado?			
	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
	Tiene letrina o fosa séptica:	Si	<input type="text"/>	No
4.3. Tiene lavabos integrados a un cuarto de baño	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
	Cuántos	<input type="text"/>		
4.4. Tiene ducha:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
	Cuántas	<input type="text"/>		
	Con agua caliente	Si	<input type="text"/>	No
4.5. Tiene fregadero de cocina dentro de la casa:	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
4.6. Modo de lavar la ropa:	Mano	<input type="text"/>	Lavadora eléctrica	<input type="text"/>
4.7. Opinión del servicio de alcantarillado:	Buena	<input type="text"/>	Mala	<input type="text"/>
4.8. En caso de ser mala, indique la razón.				

Anexo 22: Planos de las PTAR estudiadas

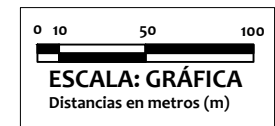
- Lámina 1: Plano de la planta de tratamiento de agua residual de la comunidad de María Auxiliadora.
- Lámina 2: Sistema de red de alcantarillado que sirve a la PTAR de la comunidad de María Auxiliadora.
- Lámina 3: Diseño de la planta de tratamiento de agua residual con base en la población real de la comunidad de María Auxiliadora.
- Lámina 4: Diseño de la planta de tratamiento con base en el período de diseño de la comunidad de María Auxiliadora.
- Lámina 5: Plano de la planta de tratamiento de agua residual de la comunidad de Quillopungo.
- Lámina 6: Sistema de red de alcantarillado que sirve a la PTAR de la comunidad de Quillopungo.
- Lámina 7: Diseño de la planta de tratamiento de agua residual con base en la población real de la comunidad de Quillopungo.
- Lámina 8: Diseño de la planta de tratamiento con base en el período de diseño de la comunidad de Quillopungo.

SECTOR DE MARÍA AUXILIADORA



SIMBOLOGÍA

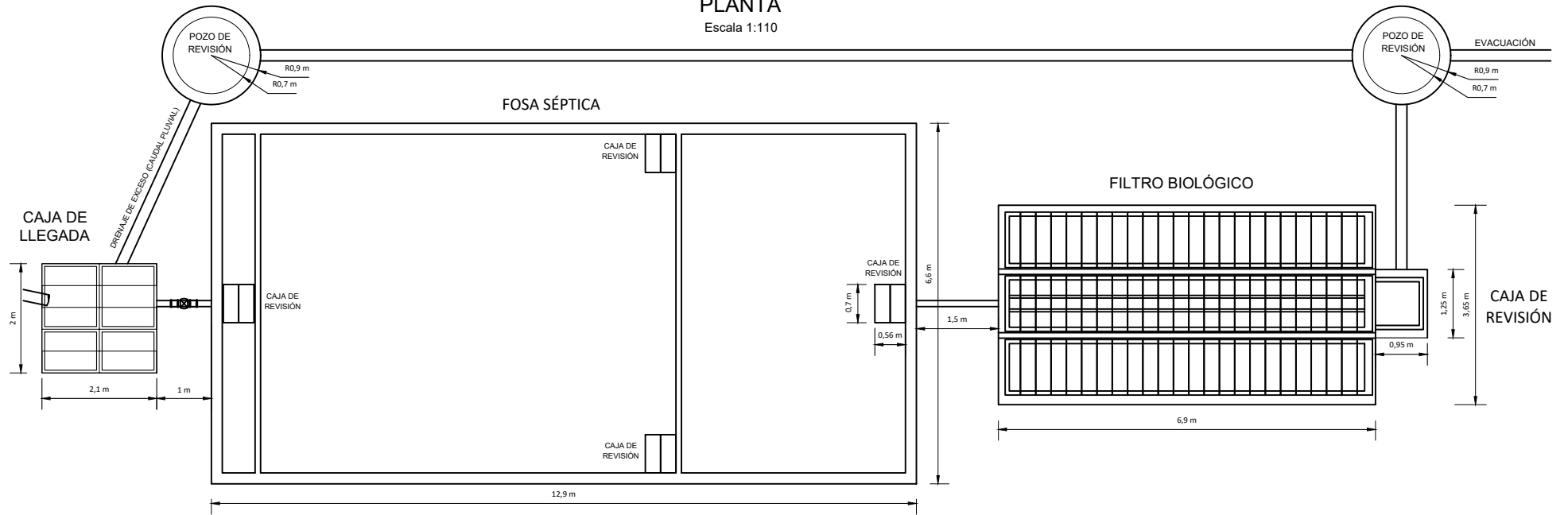
- CURVA DE NIVEL
- VÍA PRINCIPAL
- EDIFICACIÓN
- NÚMERO Y UBICACIÓN DEL POZO
- DIRECCIÓN DEL FLUJO (Entrada - Salida)
- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
PROVINCIA: CAÑAR	CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: MARÍA AUXILIADORA
DIBUJO: TOMADO Y ADAPTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD DE MARÍA AUXILIADORA DE LA PARROQUIA LUIS CORDERO.	FECHA: AGOSTO 2020
	ESCALA: 1 : 3500
CONTENIDO: SISTEMA DE RED DE ALCANTARILLADO QUE SIRVE A LA PTAR.	LÁMINA:

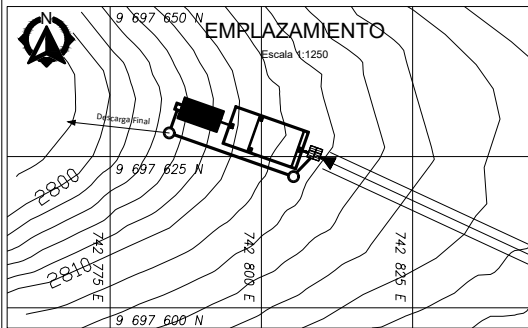
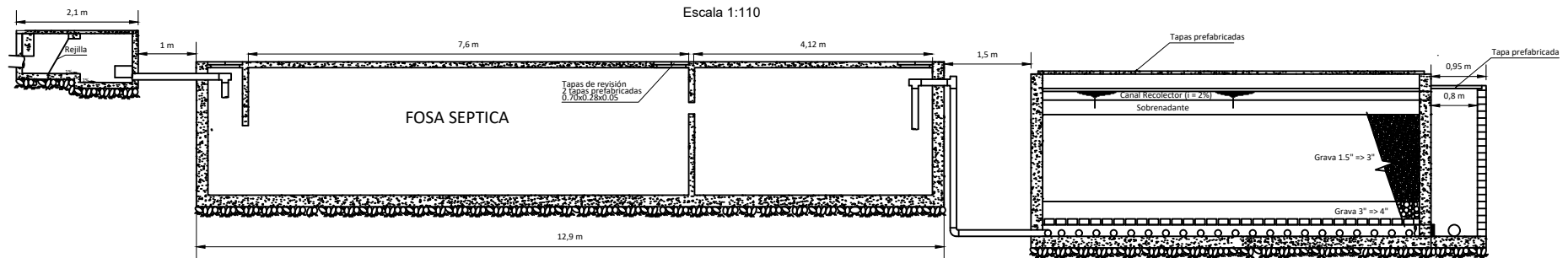
PLANTA

Escala 1:110



ELEVACIÓN LONGITUDINAL

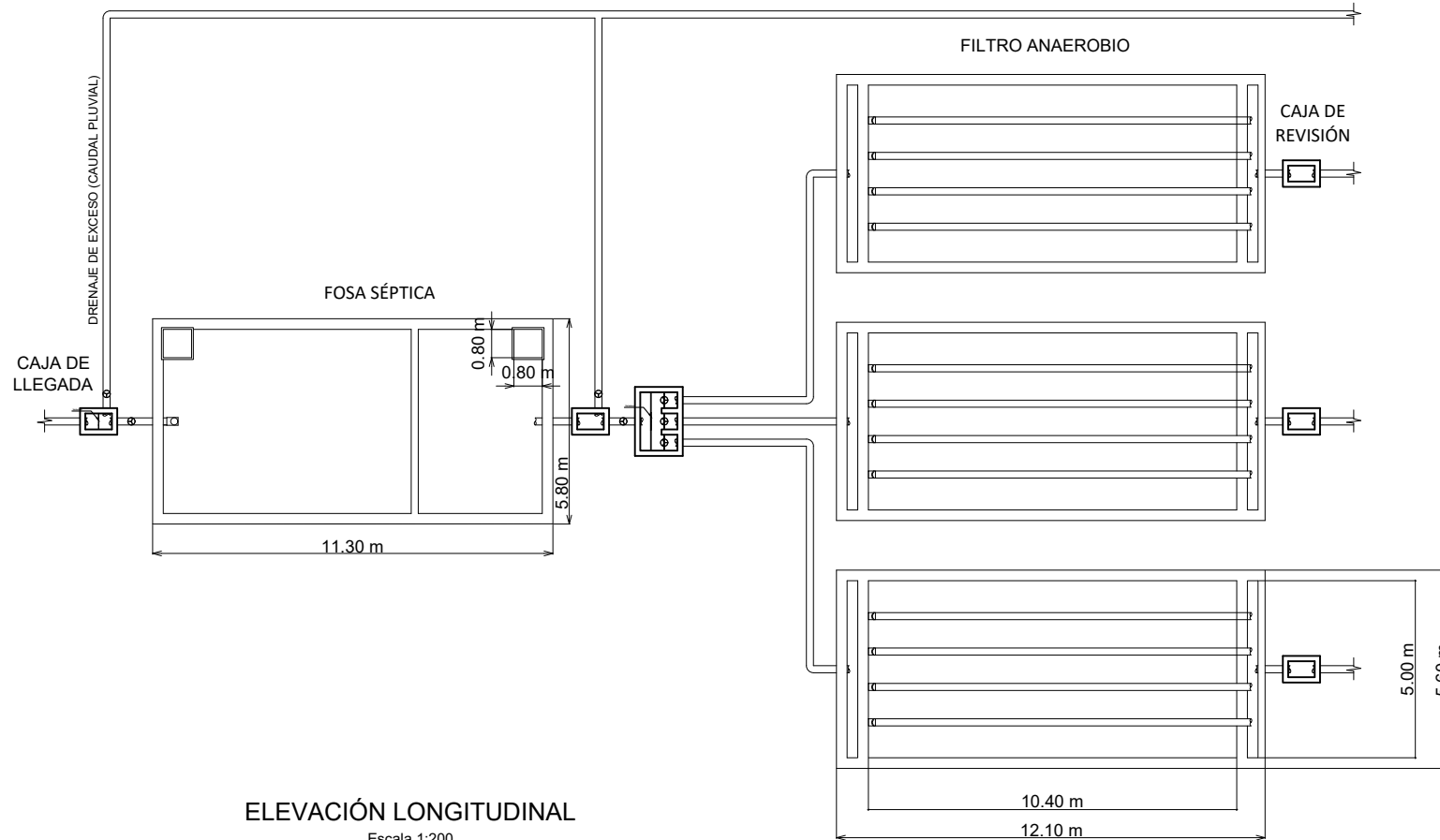
Escala 1:110



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
 Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
PROVINCIA: CAÑAR	CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: MARÍA AUXILIADORA
DIBUJO: TOMADO Y ADAPTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD DE MARÍA AUXILIADORA DE LA PARROQUIA LUIS CORDERO.	FECHA: AGOSTO 2020
CONTENIDO: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.	ESCALA: LAS INDICADAS
LÁMINA:	

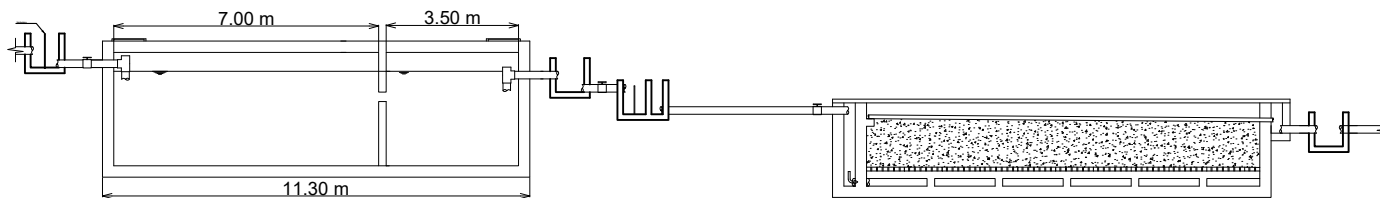
PLANTA



Escala 1:200



ELEVACIÓN LONGITUDINAL

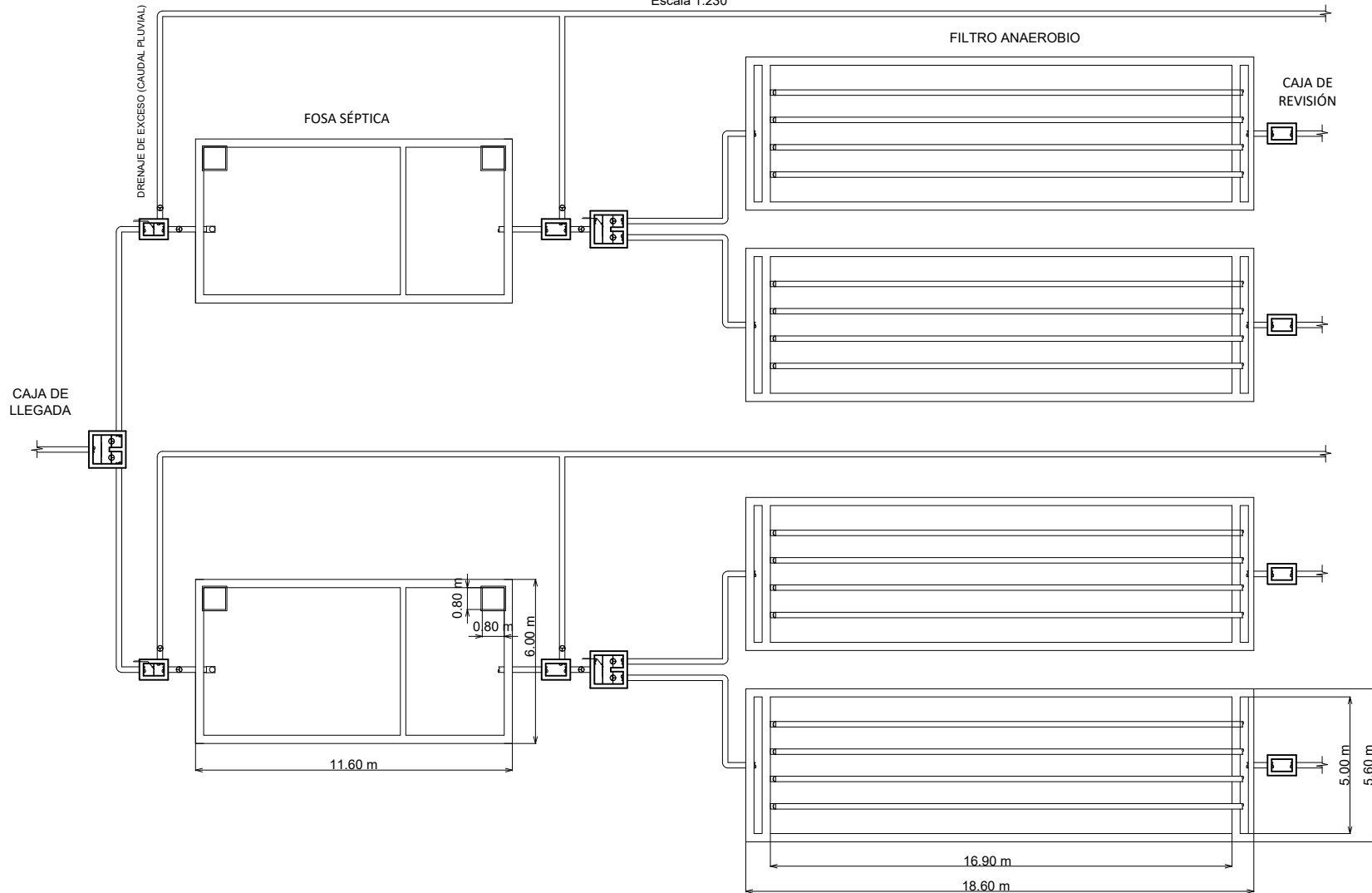
Escala 1:200



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
 Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
PROVINCIA: CAÑAR	CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: MARÍA AUXILIADORA
DIBUJO: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL Y CAUDAL REAL.	FECHA: AGOSTO 2020
CONTENIDO: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.	ESCALA: LAS INDICADAS
LÁMINA:	

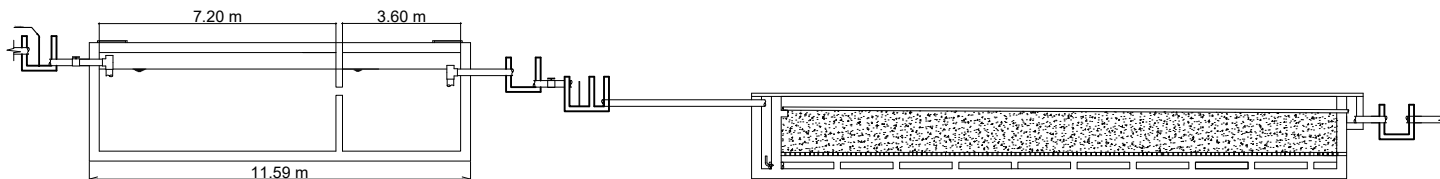
PLANTA

Escala 1:230



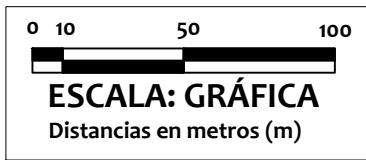
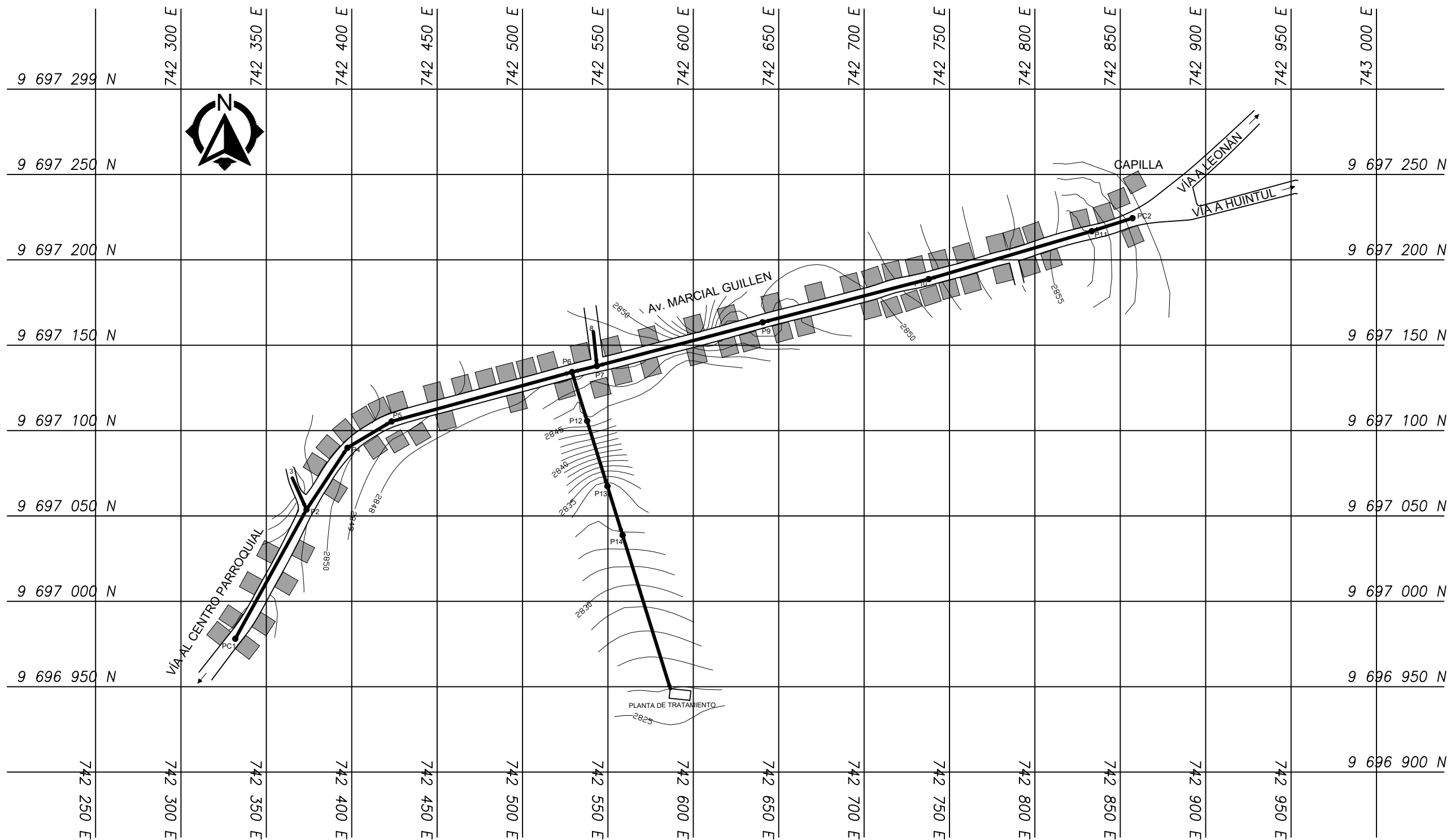
ELEVACIÓN LONGITUDINAL

Escala 1:230



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
PROVINCIA: CAÑAR	CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: MARÍA AUXILIADORA
DIBUJO: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN FUNCIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO.	FECHA: AGOSTO 2020 ESCALA: LAS INDICADAS
CONTENIDO: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.	LÁMINA:

SECTOR DE QUILLOPUNGO

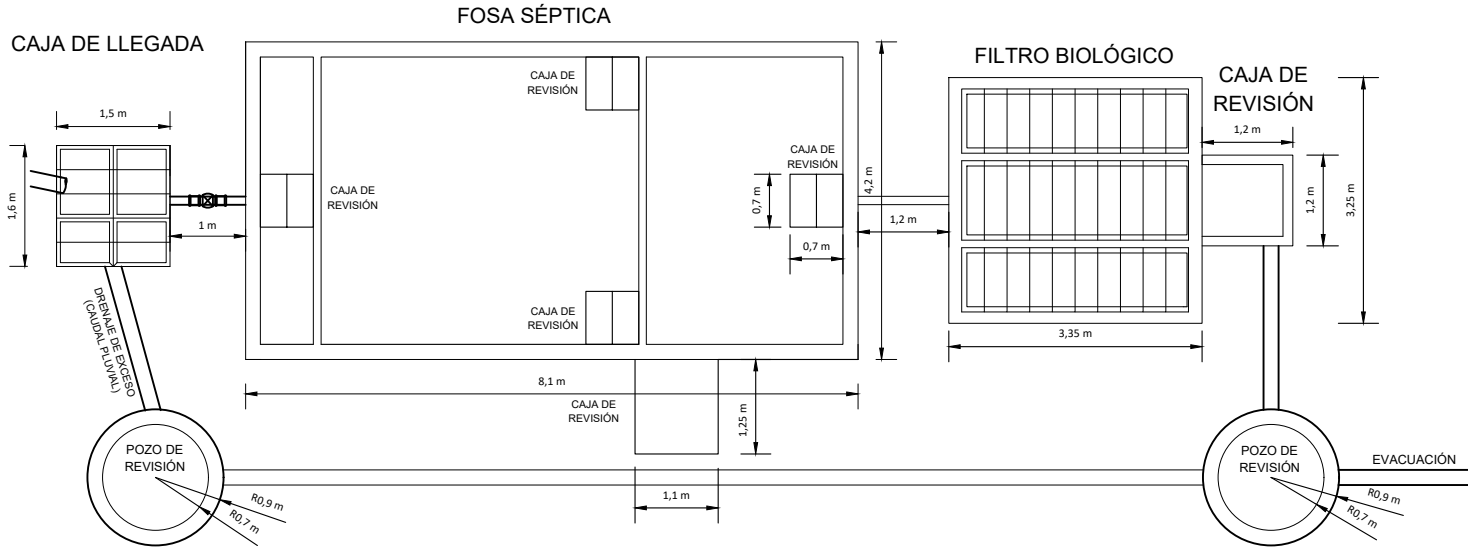


SIMBOLOGÍA	
	CURVA DE NIVEL
	VÍA PRINCIPAL
	EDIFICACIÓN
	NÚMERO Y UBICACIÓN DEL POZO
	DIRECCIÓN DEL FLUJO (Entrada - Salida)
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
	EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE
PROVINCIA: CAÑAR	CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: QUILLOPUNGO
DIBUJO: TOMADO Y ADAPTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD DE QUILLOPUNGO DE LA PARROQUIA LUIS CORDERO.	FECHA: AGOSTO 2020 ESCALA: 1 : 2600
CONTENIDO: SISTEMA DE RED DE ALCANTARILLADO QUE SIRVE A LA PTAR.	LÁMINA:

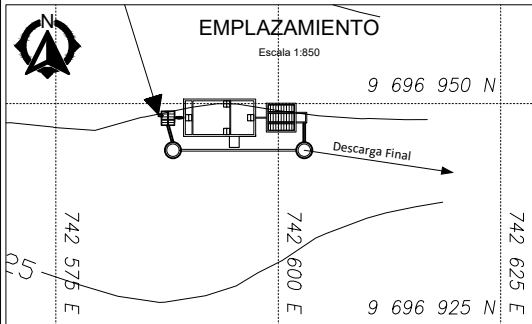
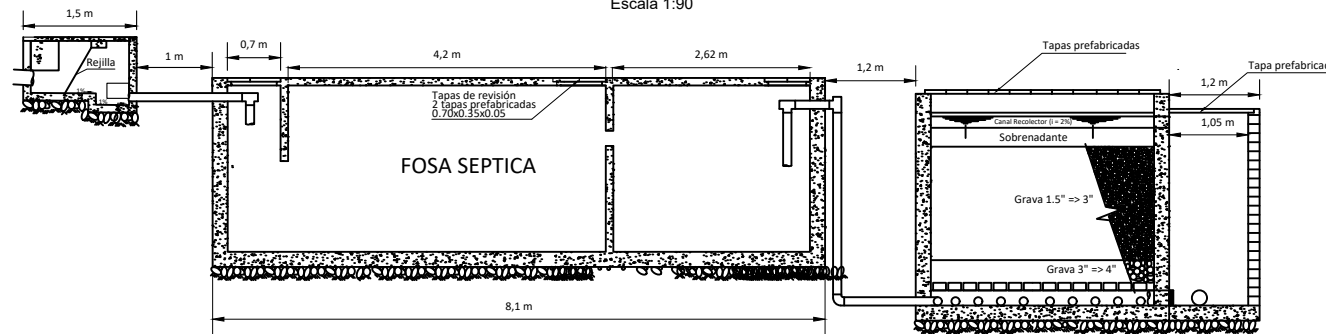
PLANTA



Escala 1:90



ELEVACIÓN LONGITUDINAL

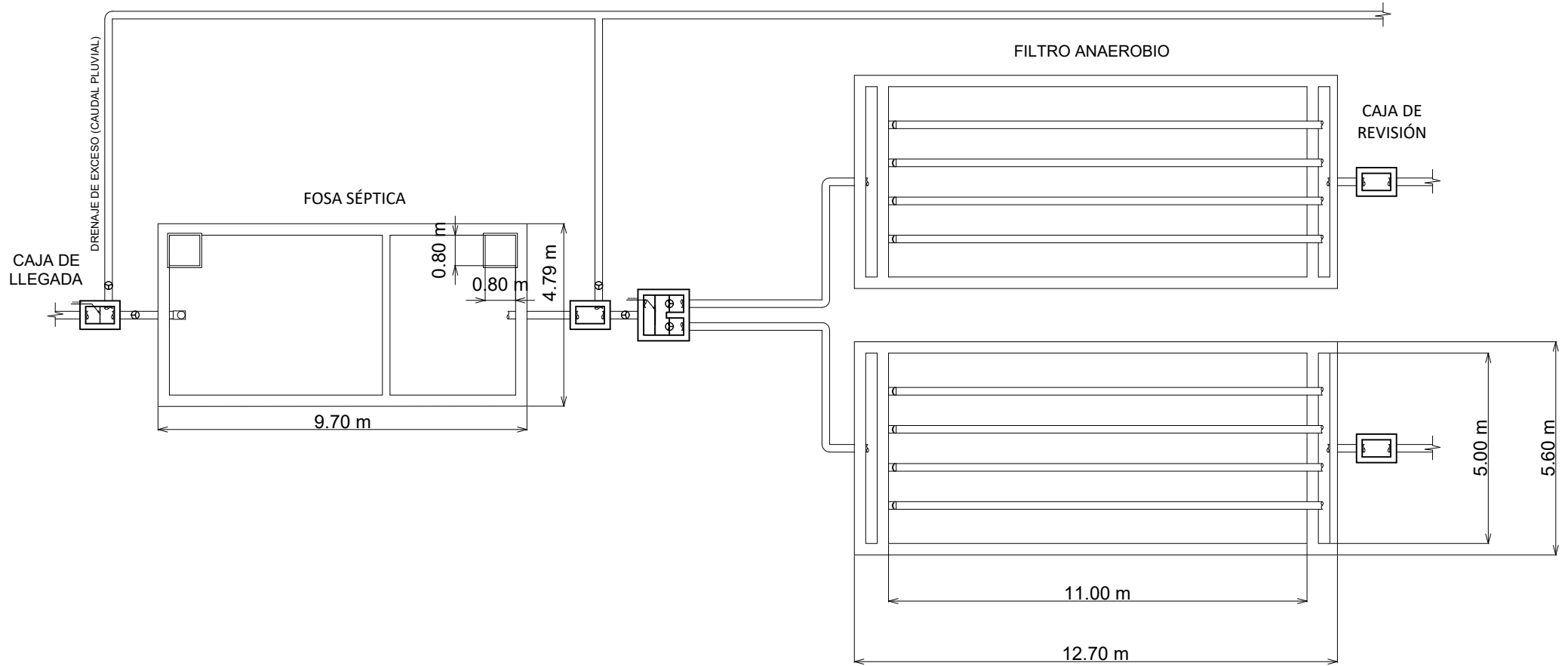
Escala 1:90



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
 Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
PROVINCIA: CAÑAR	CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: QUILLOPUNGO
DIBUJO: TOMADO Y ADAPTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD DE QUILLOPUNGO DE LA PARROQUIA LUIS CORDERO.	FECHA: AGOSTO 2020
CONTENIDO: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.	ESCALA: LAS INDICADAS
LÁMINA:	

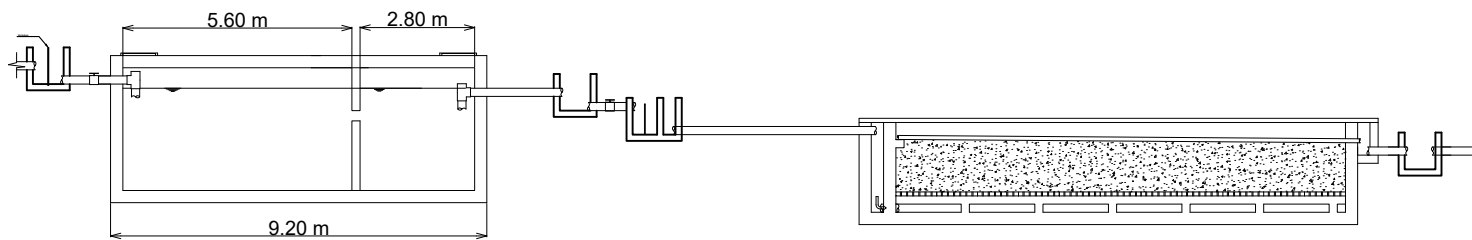
PLANTA


Escala 1:150



ELEVACIÓN LONGITUDINAL

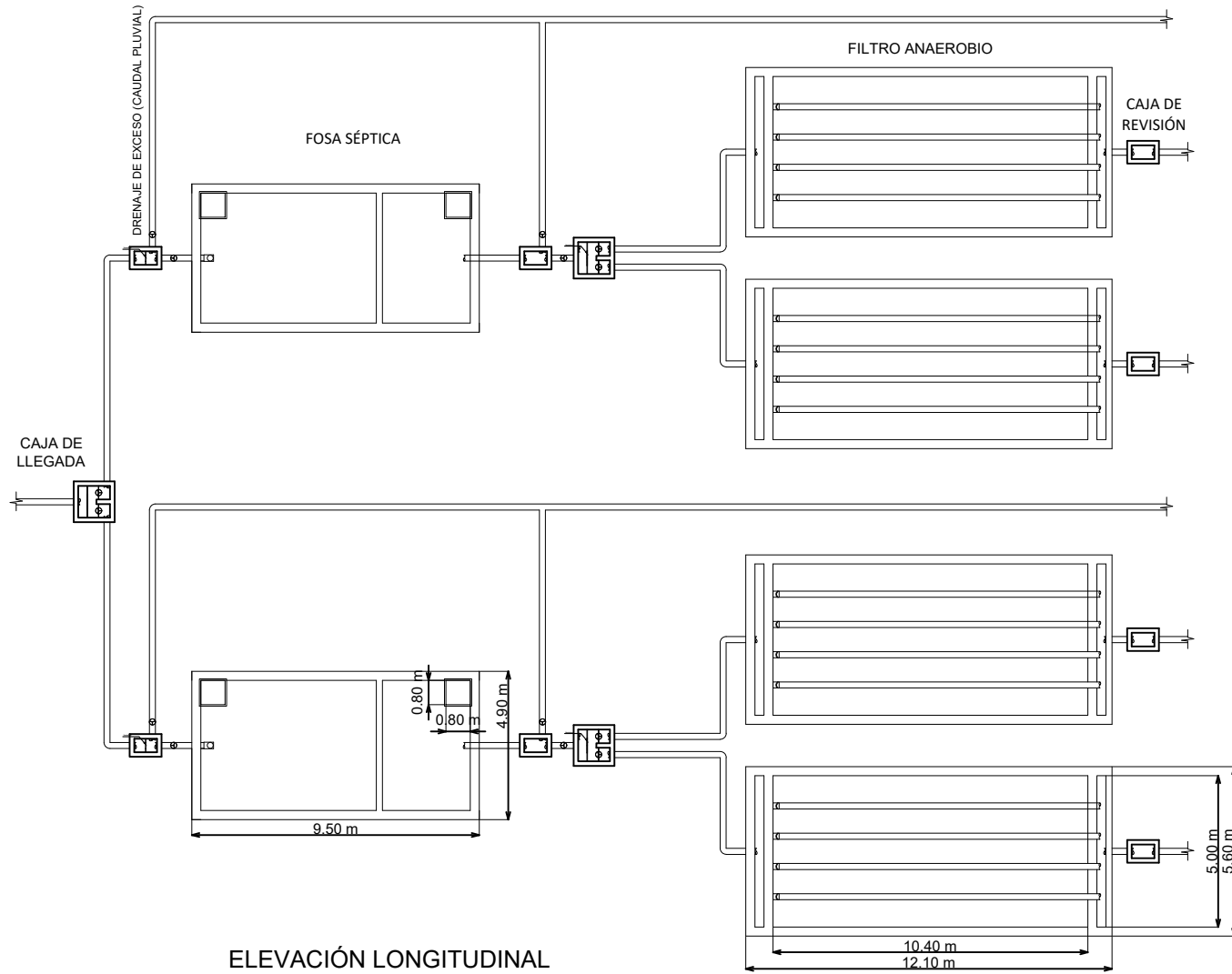
Escala 1:185



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
 Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. MSc.
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	PROVINCIA: CAÑAR CANTÓN: AZOGUES
PARROQUIA: LUIS CORDEO	SECTOR: QUILLOPUNGO
DIBUJO: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL Y CAUDAL REAL.	FECHA: AGOSTO 2020 ESCALA: LAS INDICADAS
CONTENIDO: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.	LÁMINA: 

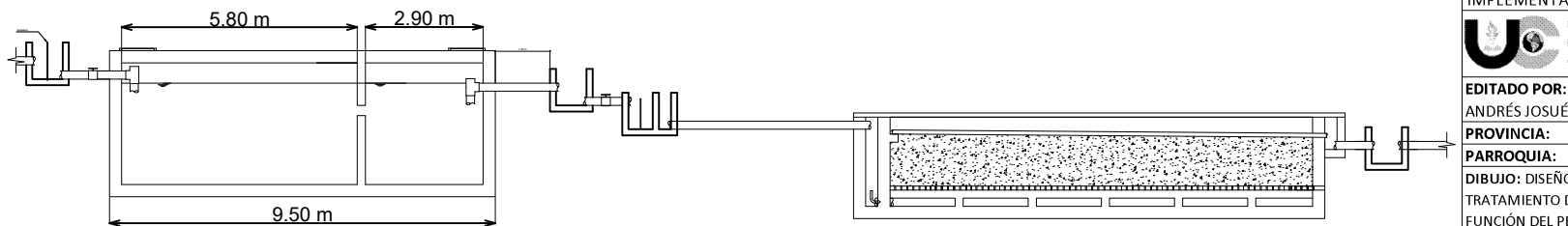
PLANTA



Escala 1:150



ELEVACIÓN LONGITUDINAL

Escala 1:180



EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TIPO PARA AGUA RESIDUAL IMPLEMENTADAS EN LA PARROQUIA LUIS CORDERO DEL CANTÓN AZOGUES	
 Universidad Católica de Cuenca	UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
	TUTOR: ING. GOETHE PALOMEQUE L. Msc.
EDITADO POR: ANDRÉS JOSUÉ CRIOLLO ALMACHE	CANTÓN: AZOGUES
PROVINCIA: CAÑAR	SECTOR: QUILLOPUNGO
PARROQUIA: LUIS CORDERO	FECHA: AGOSTO 2020
DIBUJO: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN FUNCIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO.	ESCALA: LAS INDICADAS
CONTENIDO: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.	LÁMINA: 

Anexo 23: Anexo fotográfico



Estado actual de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



Estado actual de la PTAR del sector Quillopungo.



Estado de la rejilla de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



Estado de la rejilla de la PTAR del sector de Quillopungo.



Caja de revisión y efluente de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



Caja de revisión y efluente de la PTAR del sector de Quillopungo.



Salida del efluente final hacia el cuerpo receptor de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



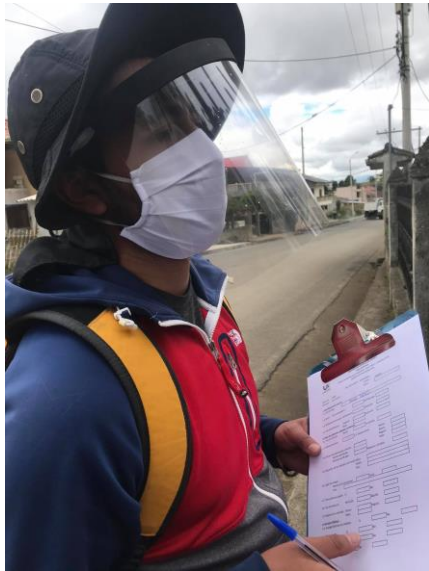
Salida del efluente final hacia el cuerpo receptor de la PTAR del sector de Quillopungo.





Toma de medidas de las dimensiones de las PTAR.





Levantamiento de información con encuestas a la población servida.



Monitoreo de aforo de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



Monitoreo de aforo de la PTAR del sector de Quillopungo.



Toma de muestras para análisis de laboratorio de afluente y efluente respectivamente del sector de María Auxiliadora.



Toma de muestras para análisis de laboratorio de afluente y efluente respectivamente del sector de Quillopungo.



Muestras de agua residual de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



Muestras de agua residual de la PTAR del sector de Quillopungo.



Muestras de agua residual de la PTAR del sector de María Auxiliadora.



Muestras de agua residual de la PTAR del sector de Quillopungo.



Muestras de agua del río Biblicay



Río Biblicay de la parroquia de Luis Cordero.



Medición del caudal del río Biblicay.



Medición de oxígeno disuelto y temperatura del efluente.



Medición de oxígeno disuelto y temperatura del río Biblicay.





Equipos de protección personal e insumos para el levantamiento de información.

Anexo 24: Resultados de los análisis del laboratorio

 IHTALAB <small>Laboratorio de Calidad de Agua</small>	LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS					
	CODIGO: F01-PG19					
INFORME No.	QA-20-132	Fecha de Emisión del Informe:	2020-06-26	Revisión 02		
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151		
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS:	0995631328		
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA			
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR Quilopungo					
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()			
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-15	Hora recolección:	07:00:00 a. m.			
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-15	Hora recepción:	10:00:00 a. m.			
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-15	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-25			
RESULTADO ANALISIS DE AGUA						
AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-132	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBOS	APHA 5210 D / PE - 07	mg O ₂ /l	50	250	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	119	500	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	164	220	30 - 750 mg/l

NOTAS: Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	¹ Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DE DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado. Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	
Observaciones:	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:   Ing. Carlos Matovelle, Mst. Jefe Técnico Azogues, lunes 20 de julio de 2020
--





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG19

INFORME No.	OA-20-133	Fecha de Emisión del Informe:	2020-06-26	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS:	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR Quillopungo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-15	Hora recolección:	07:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-15	Hora recepción:	10:00:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-15	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-25	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-133	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	10	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	61	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	88	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **lunes 20 de julio de 2020**





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG19

INFORME No.	OA-20-134	Fecha de Emisión del informe:	2020-06-26	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-15	Hora recolección:	07:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-15	Hora recepción:	10:00:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-15	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-25	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-134	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	130	250	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	359	500	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	404	220	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LIMITES DE DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **lunes 20 de julio de 2020**





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG19

INFORME No.	OA-20-135	Fecha de Emisión del informe:	2020-06-26	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-15	Hora recolección:	07:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-15	Hora recepción:	10:00:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-15	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-25	

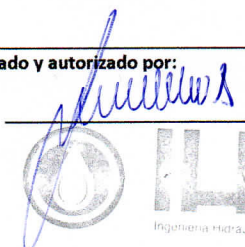

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-135	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	60	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	163	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	198	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **lunes 20 de julio de 2020**





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-155	Fecha de Emisión del Informe:	2020-07-30	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS:	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR Quillopungo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-20	Hora recolección:	03:00:00 p. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-20	Hora recepción:	05:30:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-20	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-30	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-155	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	80	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	91	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	350	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, jueves 30 de julio de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-156	Fecha de Emisión del Informe:	2020-07-30	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS:	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR Quillopungo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-20	Hora recolección:	03:00:00 p. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-20	Hora recepción:	05:30:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-20	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-30	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-156	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	37	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	84	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	276	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE . Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **jueves 30 de julio de 2020**





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-157	Fecha de Emisión del Informe:	2020-07-30	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-20	Hora recolección:	03:00:00 p. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-20	Hora recepción:	05:30:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-20	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-30	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-157	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	72	250	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	232	500	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	572	220	30 - 750 mg/l

NOTAS:	<p>1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LIMITES DE DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador</p> <p>Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.</p>
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	

Observaciones:



Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **jueves 30 de julio de 2020**



IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-158	Fecha de Emisión del Informe:	2020-07-30	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-20	Hora recolección:	03:00:00 p. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-20	Hora recepción:	05:30:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-20	Fecha Fin de Ensayos:	2020-07-30	

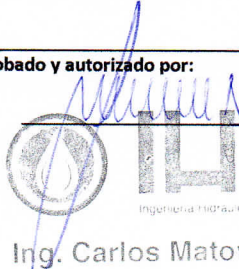
RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-158	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	71	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	177	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	266	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, jueves 30 de julio de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-175	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR Quillopungo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-28	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-28	Hora recepción:	02:00:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-28	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-09	

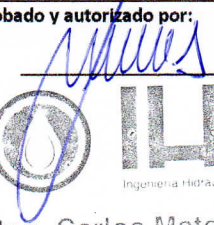
RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-175	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	30	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	470	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	64	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-176	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO () Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR Quillopongo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-28	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-28	Hora recepción:	02:00:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-28	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-07	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-176	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	20	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	< 4	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	72	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE. Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:



Informe aprobado y autorizado por:




Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020



IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-177	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-28	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-28	Hora recepción:	02:00:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-28	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-07	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-177	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	110	250	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	426	500	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	154	220	30 - 750 mg/l

NOTAS:	<p>1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LIMITES DE DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador</p>
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-178	Fecha de Emisión del Informe:	2020-07-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-07-28	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-07-28	Hora recepción:	02:00:00 p. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-07-28	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-07	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

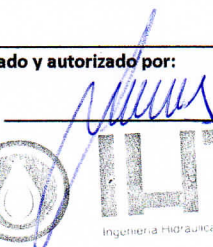
AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-178	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	50	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	< 4	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	86	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:



Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020



IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-187	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR Quillopungo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-08-03	Hora recolección:	08:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-08-03	Hora recepción:	10:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-08-03	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-11	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-187	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	50	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	106	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	70	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:





Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico
Azogues, martes 11 de agosto de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-188	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR Quillopungo			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-08-03	Hora recolección:	08:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-08-03	Hora recepción:	10:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-08-03	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-11	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-188	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	40	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	91	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	70	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE . Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-189	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo			RUC: 0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay			TELEFONOS: 0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Entrada a la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()
Fecha de Recolección de muestras:	2020-08-03	Hora recolección:	08:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-08-03	Hora recepción:	10:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-08-03	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-11	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-189	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	430	250	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	1364	500	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	472	220	30 - 750 mg/l

NOTAS:	<p>1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LIMITES DE DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador</p> <p>Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.</p>
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-190	Fecha de Emisión del Informe:	2020-08-11	Revisión 02
CLIENTE:	Sr. Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR María Auxiliadora			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-08-03	Hora recolección:	08:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-08-03	Hora recepción:	10:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-08-03	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-11	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-190	Valores máximos permisibles ¹	Límite de cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	160	100	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	262	200	10 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	110	130	30 - 750 mg/l

NOTAS:	<p>1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador</p> <p>Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.</p>
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, martes 11 de agosto de 2020



IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-220	Fecha de Emisión del Informe:	2020-09-08	Revisión 02
CLIENTE:	Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Río Biblicay 1			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-08-25	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-08-26	Hora recepción:	11:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-08-26	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-27	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-220	Valores máximos permisibles ¹	Limite de Cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	5	40	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	3	20	4 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	12	max incremento de 10% de la condición natural	10 - 50 °C

Laboratorio de Calidad de Agua

NOTAS:	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS, Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Empty box for observations.

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **lunes 7 de septiembre de 2020**



**IHTALAB**
Laboratorio de Calidad de Agua**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-221	Fecha de Emisión del Informe:	2020-09-08	Revisión 02
CLIENTE:	Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA IHTALAB () CLIENTE (X) OTRO ()	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Río Biblicay 2			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A			
Fecha de Recolección de muestras:	2020-08-25	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-08-26	Hora recepción:	11:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-08-26	Fecha Fin de Ensayos:	2020-08-27	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-221	Valores máximos permisibles ¹	Límite de Cuantificación
	Demanda Bioquímica de oxígeno DBO5	APHA 5210 D / PE - 07	mg O2/l	3	40	6 - 4000 mg/l
	Demanda Química de Oxígeno DQO	APHA 5220 D / PE - 08	mg/l	No Detectable	20	4 - 10000 mg/l
	Sólidos Suspendidos	APHA 2540 F / PE - 19	mg/l	22	max incremento de 10% de la condicion natural	10 - 50 °C

NOTAS:	1: Los resultados obtenidos en el ensayo, son comparados con los TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS , Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:




Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico
Azogues, **lunes 7 de septiembre de 2020**





IHTALAB
Laboratorio de Calidad de Agua

**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-245	Fecha de Emisión del Informe:	2020-09-07	Revisión 02
CLIENTE:	Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS:	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de la PTAR			
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		IHTALAB (X) CLIENTE () OTRO ()	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-09-04	Hora recolección:	08:00:00 a. m.	Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida
Fecha de Recepción de muestras:	2020-09-05	Hora recepción:	10:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-09-05	Fecha Fin de Ensayos:	2020-09-06	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-245	Valores máximos permisibles ¹	Límite de Cuantificación
	Oxígeno Disuelto <i>in situ</i>	SM 4500 O G / PI - 004	mg/l	6.94	N/A	4 - 10 mg/l
	Potencial de Hidrógeno pH <i>in situ</i>	SM 4500-H+ B / PI - 002	Unidades de pH	7.62	N/A	4 - 10 unidades de pH
	Temperatura <i>in situ</i>	SM 2550 B / PI - 001	°C	15.40	N/A	10 - 50 °C
	Conductividad Eléctrica <i>in situ</i>	SM2510 B / PI - 003	µS/cm	158.20	N/A	10 - 100 000 µS/cm

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:




Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, lunes 7 de septiembre de 2020



**IHTALAB**
Laboratorio de Calidad de Agua**LABORATORIO PARA DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

CODIGO: F01-PG03

INFORME No.	OA-20-246	Fecha de Emisión del Informe:	2020-09-07	Revisión 02
CLIENTE:	Josue Criollo		RUC:	0104826151
DIRECCION:	Vía Oriente y Azuay		TELEFONOS:	0995631328
TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Cuerpo Receptor Aguas Abajo - Río Biblicay		IHTALAB (X) CLIENTE () OTRO ()	
CADENA DE CUSTODIA (si aplica):	N/A		Cuando IHTALAB es responsable de la Toma de Muestra, se garantiza la trazabilidad de la muestra en base a la cadena de custodia y la información ahí contenida	
Fecha de Recolección de muestras:	2020-09-04	Hora recolección:	10:00:00 a. m.	
Fecha de Recepción de muestras:	2020-09-05	Hora recepción:	11:30:00 a. m.	
Fecha de Inicio de Ensayos:	2020-09-05	Fecha Fin de Ensayos:	2020-09-06	

RESULTADO ANALISIS DE AGUA

AA	Análisis	Método de Referencia / Método Interno	Unidad	MUESTRA		
				Resultados 20-246	Valores máximos permisibles ¹	Límite de Cuantificación
	Oxígeno Disuelto <i>in situ</i>	SM 4500 O G / PI - 004	mg/l	7.76	N/A	4 - 10 mg/l
	Potencial de Hidrógeno pH <i>in situ</i>	SM 4500-H+ B / PI - 002	Unidades de pH	7.21	N/A	4 - 10 unidades de pH
	Temperatura <i>in situ</i>	SM 2550 B / PI - 001	°C	13.30	N/A	10 - 50 °C
	Conductividad Eléctrica <i>in situ</i>	SM2510 B / PI - 003	µS/cm	251	N/A	10 - 100 000 µS/cm

NOTAS:	
Ensayos realizados bajo la norma ISO 17025	
Ensayos subcontratados. IHTALAB asume la responsabilidad por los ensayos subcontratados. En el apartado observaciones se indica el laboratorio subcontratado	
Los resultados incluidos en el presente Informe están relacionados únicamente a las muestras analizadas.	Prohibida su reproducción parcial, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de IHTALAB.

Observaciones:

Informe aprobado y autorizado por:



IHTA
Ingeniería Hidráulica - Tratamiento de Agua

Ing. Carlos Matovelle, Mst.
Jefe Técnico

Azogues, **lunes 7 de septiembre de 2020**



Abstract

ANDRES JOSUE CRIOLLO ALMACHE

The objective of this work was to analyze the purification efficiency of the wastewater treatment plants that were implemented in the communities of Maria Auxiliadora and Quillopungo in the rural part of the canton of Azogues. These treatment systems are composed of a septic tank and an anaerobic filter, which purifies the residual water to avoid the contamination that would be generated by the discharge of effluents to a receiving body. The development method consisted of conducting a health survey of the population served, an analysis of plant infrastructure, the capacity of the inflow and discharge flows, as well as the evaluation of the purification efficiency through the water characterization, identifying the level of concentration of contaminants in the wastewater and the receiving body to end with the estimation of the assimilation capacity of the Biblicay river after the effluent discharge. Identifying problems such as infrastructure limitations concerning design, in addition, determining that the concentration of contaminants in the analyzed parameters is high and therefore the purification process is deficient, generating that the level of self-purification of the water of the receiving body is very low and takes too long to stabilize. Thus, the type of effluent discharged by the treatment plants does not contribute to the benefit of the environment or the inhabitants of the Parish.

Keywords: wastewater, receiving body, efficiency, treatment plant

Azogues, 21 de octubre de 2021

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.



Abg. Lilliana Urglés Amoroso, Mgs.

COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES



www.ucacue.edu.ec

UCACUE-CAVU-UT-2021-020-AP
Azogues, 05 de octubre de 2021

Ingeniero
Ricardo Romero González
DIRECTOR DE CARRERA

Ingeniero
Goethe Palomeque Larriva
DOCENTE TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES
Ciudad

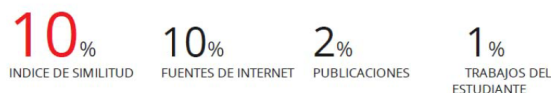
ASUNTO: Índice de similitud del trabajo de titulación del estudiante **Andrés Josué Criollo Almache**.

REFERENCIA: Oficio Nro. UCACUE-GP-G-21-22-001

Reciban un cordial y atento saludo; en atención a la solicitud en referencia adjunto el presente **ÍNDICE DE SIMILITUD TURNITIN** del trabajo de titulación: *"Eficiencia de plantas de tratamiento tipo para agua residual implementadas en la parroquia Luis Cordero del cantón Azogues"*, elaborado por el estudiante **Criollo Almache Andrés Josué**. El resultado presenta un índice de similitud del **DIEZ POR CIENTO (10%)**, estando al límite de lo establecido en el *Reglamento de la Unidad de Titulación*, y en consecuencia **APTO** para continuar con el proceso de titulación. Adjunto el documento completo revisado por el sistema Turnitin.

CriolloAlmache - E1

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
2	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	www.cemefi.org Fuente de Internet	1%

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.


Atentamente;
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Firmado electrónicamente por:
**CRISTIAN ARTURO
VINTIMILLA
ULLOA**

Ing. Cristian Arturo Vintimilla Ulloa MSc.
RESPONSABLE DE UNIDAD DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES

www.ucacue.edu.ec

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>CERTIFICADO DE NO ADEUDAR LIBROS EN BIBLIOTECA</p>	<p>CÓDIGO: F – DB – 31 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 1 de 1</p>
---	--	--

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que, **Andrés Josué Criollo Almache** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0104826151** de la Carrera de **Ingeniería Civil**, Sede Azogues, Modalidad de estudios presencial no adeuda libros, a esta fecha.

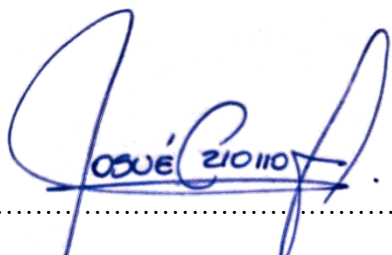
Azogues, **19 de octubre del 2021**


Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario


Universidad
Católica
de Cuenca
SEDE AZOGUES
BIBLIOTECA

Andrés Josué Criollo Almache portador de la cédula de ciudadanía N° **0104826151**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**Eficiencia de Plantas de Tratamiento Tipo para Agua Residual Implementadas en la Parroquia Luis Cordero del Cantón Azogues**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 19 de octubre de 2021



F:

Andrés Josué Criollo Almache
C.I. 0104826151

