



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO EXPERIMENTAL
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTORA: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino

AMBATO – ECUADOR

Marzo – 2023

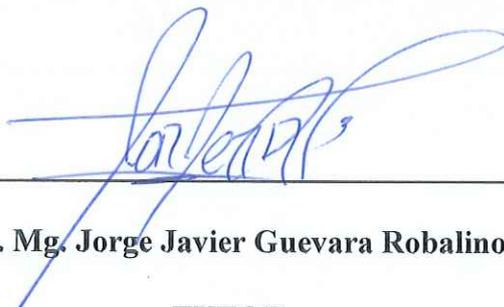
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención de Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. **Giovanna Lissette Culqui Llamuca**, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804135661, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, marzo 2023



Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Giovanna Lissette Culqui Llamuca**, con C.I. 1804135661 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema **“EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis, gráficas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



Giovanna Lissette Culqui Llamuca

C.I. 1804135661

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, marzo 2023



Giovanna Lissette Culqui Llamuca

C.I. 1804135661

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Giovanna Lisette Culqui Llamuca, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el Tema: **“EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

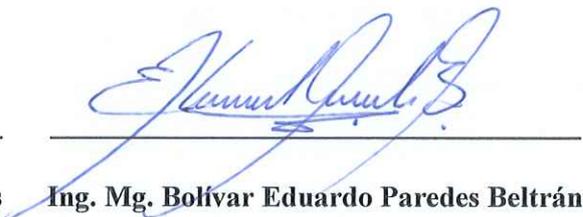
Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Fabián Rodrigo Morales Fiallos

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con amor y cariño a mis padres Llovany y Olga por su esfuerzo y dedicación, por guiarme hacia un camino de superación, por creer en mí y estar presentes en cada etapa de mi vida; gracias a ellos me encuentro en esta instancia de mis estudios cumpliendo cada una de las metas que me he propuesto.

A mis hermanas Brigitte y Karla por ser mi impulso para superarme cada día, por brindarme su tiempo en los momentos difíciles y sabiendo que mis logros también son los suyos.

A mis abuelitos Alfredo (+) e Hilda (+) quienes formaron parte de mi niñez y adolescencia, que consintieron a su niña en todo y me enseñaron que la vida tiene momentos buenos y malos que hay que saber enfrentarlos con fuerza y tenacidad.

A mi tío Milton (+) quien fue mi inspiración para seguir esta distinguida profesión, sin su conocimiento y sabiduría no estaría aquí.

A mi tía Mercedes quien es mi segunda madre y ha estado presente en todo momento con sus palabras de aliento y motivación para cada paso que tomaba.

Gracias por haberme forjado como la persona que soy hoy, con valores y principios para enfrentar los retos de la vida, y de quienes espero ser su orgullo ahora que vean que me he convertido en una mujer profesional.

Giovanna Culqui

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por otorgarme sabiduría, inteligencia y su infinito amor para culminar mi formación académica.

De manera muy especial a mis padres quienes han creído siempre en mí, dándome ejemplo de humildad, perseverancia y superación, enseñándome a valorar todo lo que tengo y ser parte fundamental tanto económica como moralmente para continuar con mi carrera. A mis hermanas por haber depositado su confianza en mí y que han sido mi motor para seguir adelante.

A la Universidad Técnica de Ambato y a todos los docentes que conforman la Carrera de Ingeniería Civil que hicieron parte de este proceso integral de formación y de manera especial al Ingeniero Jorge Guevara por su visión crítica, por su integridad en su profesión como docente y por sus consejos que sirvió de ayuda durante la realización de mi trabajo de titulación.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santiago de Píllaro por brindarme su apoyo en la realización del trabajo y por toda la entrega de sus trabajadores.

Finalmente, a mis compañeros: Ronald, Fabricio y Marcelo, que se convirtieron en amigos, quienes compartieron su conocimiento sin esperar nada a cambio, con los que he vivido experiencias únicas haciendo de la universidad la mejor etapa de mi vida.

Giovanna Culqui

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Hipótesis.....	6
1.1.3. Señalamiento de las variables de la hipótesis	6
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo General	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	8
2.1. Materiales	8
2.2. Métodos	12
2.2.1. Etapa I.- Levantamiento de información de la PTAR.....	16
2.2.2. Etapa II.- Investigación de campo.....	17

2.2.3.	Etapa III.- Análisis de laboratorio de las características físico-químicas del agua.	18
2.2.4.	Etapa IV.- Análisis y verificación de funcionamiento de la PTAR	..... 20
2.2.5.	Etapa V.- Propuesta de mejoramiento de la PTAR	..... 21
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		..... 22
3.1.	Análisis y discusión de los resultados	..... 22
3.1.1.	Descripción de la zona de estudio	..... 22
3.1.2.	Medición de caudales	..... 30
3.1.3.	Análisis del agua residual de la PTAR	..... 43
3.1.4.	Dimensionamiento de los procesos unitarios de la PTAR	..... 53
3.1.5.	Diagnóstico de funcionamiento teórico actual de la PTAR	..... 59
3.2.	Verificación de Hipótesis	..... 76
3.3.	Propuesta de mejoramiento	..... 77
3.3.1.	Parámetros previos al rediseño del tanque séptico	..... 78
3.3.2.	Dimensionamiento del tanque séptico	..... 80
3.4.	Plan de mantenimiento y operación de las estructuras hidráulicas de la PTAR del sector Tres Esquinas	..... 86
3.5.	Presupuesto referencial	..... 98
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		..... 100
4.1.	Conclusiones	..... 100
4.2.	Recomendaciones	..... 103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		..... 104
ANEXOS		..... 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales Empleados.....	10
Tabla 2: Equipo de Seguridad.....	11
Tabla 3: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 1.....	13
Tabla 4: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 2.....	14
Tabla 5: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 3.....	15
Tabla 6: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 4.....	16
Tabla 7: Parámetros para determinar la eficiencia de la PTAR.....	20
Tabla 8: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 1era semana (lts/seg).....	32
Tabla 9: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 2da semana (lts/seg).....	32
Tabla 10: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 3ra semana (lts/seg).....	33
Tabla 11: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 4ta semana (lts/seg).....	33
Tabla 12: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 5ta semana (lts/seg).....	34
Tabla 13: Resumen de medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas (lts/seg).....	34
Tabla 14: Estadística descriptiva caudales de entrada del lunes (lts/seg).....	35
Tabla 15: Estadística descriptiva caudales de entrada del martes (lts/seg).....	35
Tabla 16: Estadística descriptiva caudales de entrada del miércoles (lts/seg).....	35
Tabla 17: Estadística descriptiva caudales de entrada del jueves (lts/seg).....	35
Tabla 18: Estadística descriptiva caudales de entrada del viernes (lts/seg).....	36
Tabla 19: Estadística descriptiva caudales de entrada del sábado (lts/seg).....	36
Tabla 20: Estadística descriptiva caudales de entrada del domingo (lts/seg).....	36
Tabla 21: Resumen de medias diarias de caudales de entrada PTAR Tres Esquinas.....	37
Tabla 22: Estadística descriptiva de la medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas.....	37
Tabla 23: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 1era semana (lts/seg).....	38

Tabla 24: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 2da semana (lts/seg).	38
Tabla 25: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 3ra semana (lts/seg).	39
Tabla 26: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 4ta semana (lts/seg).	39
Tabla 27: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 5ta semana (lts/seg).	40
Tabla 28: Resumen de medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas (lts/seg).	40
Tabla 29: Estadística descriptiva caudales de salida del lunes (lts/seg).	41
Tabla 30: Estadística descriptiva caudales de salida del martes (lts/seg).	41
Tabla 31: Estadística descriptiva caudales de salida del miércoles (lts/seg).	41
Tabla 32: Estadística descriptiva caudales de salida del jueves (lts/seg).	41
Tabla 33: Estadística descriptiva caudales de salida del viernes (lts/seg).	42
Tabla 34: Estadística descriptiva caudales de salida del sábado (lts/seg).	42
Tabla 35: Estadística descriptiva caudales de salida del domingo (lts/seg).	42
Tabla 36: Resumen de medias diarias de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas.	43
Tabla 37: Estadística descriptiva de la medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas.	43
Tabla 38: Resultados del análisis del afluente del agua residual.	44
Tabla 39: Resultados del análisis del efluente del agua residual.	45
Tabla 40: Resultados del análisis de las muestras compuestas del agua residual.	46
Tabla 41: Resumen de datos para el cálculo del caudal del alcantarillado.	47
Tabla 42: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.	48
Tabla 43: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.	48
Tabla 44: Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas.	48
Tabla 45: Dimensiones del tanque repartidor de la PTAR.	53
Tabla 46: Dimensiones del tanque séptico de la PTAR.	55
Tabla 47: Dimensiones del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).	56
Tabla 48: Dimensiones del lecho de secado de lodos.	58

Tabla 49: Comparación de los valores para el tanque repartidor de caudales.	60
Tabla 50: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.....	61
Tabla 51: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.	62
Tabla 52: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.	63
Tabla 53: Tiempos de retención.	64
Tabla 54: Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.....	65
Tabla 55: Resultados de cálculos del tanque séptico.	66
Tabla 56: Comparación de los valores calculados para el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).	71
Tabla 57: Tiempo requerido para la digestión de lodos.	72
Tabla 58: Resultados de cálculos del tanque séptico.	76
Tabla 59: Funcionamiento actual de la PTAR del sector Tres Esquinas.	77
Tabla 60: Población de la Parroquia Presidente Urbina.....	78
Tabla 61: Tasa de crecimiento.	79
Tabla 62: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.	80
Tabla 63: Tiempos de retención.	81
Tabla 64: Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.....	82
Tabla 65: Dimensiones propuestas del tanque séptico de la PTAR.....	85
Tabla 66: Mantenimiento del tanque repartido de caudales.....	88
Tabla 67: Mantenimiento del tanque séptico.	90
Tabla 68: Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente.....	91
Tabla 69: Mantenimiento del lecho de secado de lodos.	93
Tabla 70: Mantenimiento del medio exterior.	94
Tabla 71: Mantenimiento de paredes exteriores.	95
Tabla 72: Señalética.	96
Tabla 73: Cerramiento.....	96
Tabla 74: Cubierta del lecho de secado de lodos..	97
Tabla 75: Análisis físico-químico del agua.....	97
Tabla 76: Presupuesto referencial de la propuesta de diseño y mejoramiento de la PTAR del sector Tres Esquinas.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Entrevista a moradores de la zona donde se encuentra la PTAR de Tres Esquinas.	17
Figura 2: Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.	18
Figura 3: Recolección de muestras de agua residual de la PTAR Tres Esquinas.	18
Figura 4: Muestras del agua a la entrada y salida de la PTAR Tres Esquinas.	19
Figura 5: Ubicación del barrio Tres Esquinas.	22
Figura 6: Barrio Tres Esquinas.	23
Figura 7: Vegetación presente en la PTAR.	24
Figura 8: Falta de cerramiento en la PTAR.	24
Figura 9: Fisuras y deterioro en el pozo de salida.	25
Figura 10: Desechos de basura presentes en la PTAR.	25
Figura 11: Acceso a la PTAR.	26
Figura 12: Proceso de tratamiento actual de la PTAR del sector Tres Esquinas.	26
Figura 13: PTAR del sector Tres Esquinas.	27
Figura 14: Tanque repartidor.	28
Figura 15: Tanque séptico.	28
Figura 16: Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).	29
Figura 17: Lecho de secado de lodos.	29
Figura 18: Pozo de salida del agua residual.	30
Figura 19: Medición del caudal de entrada de la PTAR Tres Esquinas.	37
Figura 20: Medición del caudal de salida de la PTAR Tres Esquinas.	43
Figura 21: Porcentaje de eficiencia de remoción.	52
Figura 22: Vista en planta del tanque repartidor.	54
Figura 23: Vista en corte lateral del tanque repartidor.	54
Figura 24: Vista en planta del tanque séptico.	55
Figura 25: Vista en corte lateral del tanque séptico.	56
Figura 26: Vista en planta del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).	57
Figura 27: Vista en corte lateral del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA). ...	57
Figura 28: Vista en planta del lecho de secado de lodos.	58
Figura 29: Vista en corte lateral del lecho de secado de lodos.	59
Figura 30: Vista en planta del tanque séptico.	85
Figura 31: Vista en corte lateral del tanque séptico.	86

Figura 32: Dimensionamiento del pozo de salida de la PTAR.	111
Figura 33: Estado de la válvula que sale del tanque repartidor de caudales.	111
Figura 34: Vista del interior del tanque repartidor de caudales.	112
Figura 35: Estado de las dos válvulas que dirigen los lodos al lecho de secado.....	112
Figura 36: Ausencia de un cerramiento adecuado para la PTAR.	113
Figura 37: Estado actual de las paredes de la Fafa.	113

RESUMEN

En la actualidad, se ha observado un grave impacto ambiental por el vertido de aguas residuales sin un tratamiento previo o sin un saneamiento adecuado, con el fin de conocer si actualmente la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del sector Tres Esquinas trabaja de manera correcta o ha reducido su eficiencia en la remoción de contaminantes, se ejecutó un levantamiento de información en campo, en donde se determinó los caudales máximos al ingreso y salida de la planta, dando como resultado, 2.40 lts/seg en el afluente y 2.02 lts/seg en el efluente, y así obtener las muestras del agua residual para su posterior análisis de laboratorio.

Con los resultados de laboratorio y sus respectivas dimensiones, se evaluó el funcionamiento de los componentes de la planta, los cuales son: tanque repartidor de caudales, tanque séptico, filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y lecho de secado de lodos, demostrando en su mayoría el correcto funcionamiento de la PTAR en comparación con manuales de diseño; añadiendo que, los valores de los parámetros del efluente del agua residual son menores a los valores máximos estipulados en la norma TULSMA 2015.

Como resultado y para mejorar el desempeño de la PTAR, se propone un redimensionamiento del tanque séptico, el único componente que no cumplió con el dimensionamiento basado en la norma RAS 2000, adicionalmente se presenta un plan de operación y mantenimiento para la misma, el diseño respectivo de un cerramiento y una cubierta para el lecho de secado de lodos con sus respectivos planos y presupuesto referencial.

Palabras Clave: Planta de tratamiento, Agua residual, TULSMA, Sólidos suspendidos, Tanque séptico.

ABSTRACT

At present, a serious environmental impact has been observed due to the discharge of wastewater without prior treatment or without adequate sanitation, in order to know if the wastewater treatment plant (PTAR) in the Tres Esquinas sector currently works correctly or has reduced its efficiency in the removal of contaminants, an information survey was carried out in the field, where the maximum flow rates at the entrance and exit of the plant were determined, resulting in 2.40 liters/sec in the tributary and 2.02 liters/sec in the effluent, and thus obtain residual water samples for subsequent laboratory analysis.

With the laboratory results and their respective dimensions, the operation of the plant components was evaluated, which are: flow distribution tank, septic tank, ascending flow anaerobic filter (FAFA) and sludge drying bed, demonstrating in mostly the correct operation of the WWTP compared to design manuals; adding that the values of the parameters of the wastewater effluent are less than the maximum values stipulated in the TULSMA 2015 standard.

As a result, and to improve the performance of the WWTP, a resizing of the septic tank is proposed, the only component that did not comply with the sizing based on the RAS 2000 standard, additionally an operation and maintenance plan for it is presented, the design of an enclosure and a cover for the sludge drying bed with their respective plans and referential budget.

Keywords: Treatment plant, Wastewater, TULSMA, Suspended solids, Septic tank.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

El vertido de aguas residuales principalmente a los ríos está causando un grave impacto al medio ambiente, es por eso que el Programa de las Naciones Unidas dentro de sus objetivos plantea que el agua debe tener un adecuado saneamiento; sobre todo por los cambios que se han observado en los últimos años, pues las poblaciones contaban con agua potable de calidad en el año de 1990 [1]. Sin embargo, las sequías empiezan a aparecer en dichas poblaciones y esto se debe a que en sus inicios, el agua era repartida sin tomar en cuenta factores como: el uso, la calidad o las necesidades ambientales, por lo que es importante equiparar la calidad y el empleo que va a tener este recurso, conjuntamente con los sistemas de tratamiento y así poder ser reutilizada de forma segura [2].

El agua es parte crucial para la vida pues representa una gran importancia en la economía mundial. No solo es indispensable para la supervivencia de los seres humanos, sino también para diversas actividades como la industria y la agricultura, lo cual produce una demanda creciente de aguas residuales que, al no ser tratadas adecuadamente, pueden generar enfermedades en especial para aquellas personas que aún utilizan el agua de los ríos para el consumo humano [3]. Desde un enfoque general, dos de cada ocho camas de hospital están ocupadas por pacientes con dolencias derivadas de la insalubridad del agua, en donde aproximadamente 5 millones de personas mueren al año [4].

A nivel mundial, se estima que aproximadamente 4.5 billones de personas no cuentan con un sistema seguro de saneamiento de aguas residuales y 2.3 billones incluso carecen de uno, por lo que el 80% de las aguas residuales procedentes de asentamientos humanos de todo el mundo se vierte directamente sin tratar a masas de agua [1]. Alrededor de 1.8 billones de personas en el mundo usan agua contaminada con desechos fecales y el 20% de la población actual ni siquiera cuenta con agua potable, cifra que aumentará en los próximos años; pues el 66.60% de la población experimentará escasez del líquido vital y el 33.30% tendrá una escasez total de este

recurso [5], según lo estipulado en el artículo “La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas”.

En cuanto a Latinoamérica, se ha considerado el informe “Wastewater: From Waste to Resource (Aguas residuales: De residuo a recurso)”, en donde menciona que el tratamiento de aguas residuales tiene doble ventaja, pues aparte de los beneficios para el medio ambiente y la salud, ofrece bienes económicos al reutilizarse en diferentes sectores, como la agricultura y generación de energía con los productos derivados que se pueden obtener de los mismos, que son: nutrientes y biogás [6].

Para el 2017 en América Latina y el Caribe, aproximadamente el 87% de la población tenía acceso a alguna forma de saneamiento básico; sin embargo, solo el 31% tenía acceso a servicios de saneamiento manejados de manera segura y solo se trata entre el 30 al 40% del agua residual recolectada [6].

El informe analiza algunas experiencias de gestión de aguas residuales que han generado varios beneficios, entre ellas se encuentra la central eléctrica de San Luis Potosí (México), que usa aguas residuales tratadas en lugar de aguas subterráneas, disminuyendo el costo del agua en un 33% implicando un ahorro de USD 18 millones en seis años. De la misma manera, al contratar a un productor local de compost, una planta de tratamiento de aguas residuales en Cusco (Perú) ahorra USD 230 000 al año en costos de transporte y vertedero de biosólidos (materia orgánica rica en nutrientes que se obtiene del tratamiento de las aguas residuales en esa planta). El abono elaborado con biosólidos vegetales se utilizará en un proyecto de gestión del agua para proteger el lago Piuray. Por último, luego de invertir USD 2,7 millones para instalar la infraestructura necesaria en la planta de tratamiento de aguas residuales La Farfana en Santiago de Chile, el operador de la planta pudo vender el biogás producido, con una ganancia neta anual de USD 1 millón para el negocio [7].

Ecuador por otro lado es un país rico en agua no solo a nivel nacional, sino también internacional pues cuenta con una cantidad cuatro veces superior al promedio per cápita mundial, lo que significa que, para la extensión del país y los habitantes, la cantidad de agua es prominente; no obstante, la problemática fundamental radica en su mala distribución y en aumento de la contaminación de la misma, teniendo como principal consecuencia una pobre calidad de este recurso y a eso aporta la descarga de

aguas residuales domésticas, actividades agrícolas, artesanales, de minería, hidrocarburíferas, procesos manufactureros y muchas veces por la falta de alcantarillado [8].

Según datos de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) menciona que, del consumo humano total del agua en el país, cerca del 70% se descarga mediante sistemas de alcantarillado, de este porcentaje, solo el 55.8% es tratada adecuadamente con un sistema de saneamiento, mientras que el 44.2% sobrante se descarga de manera directa a pozos sépticos, canales o ríos del país, causando un impacto ambiental que a la larga será irreversible [9].

Según la Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (2020) ejecutada por la INEC, se registran en el país 570 plantas de tratamiento de agua residual distribuidas en 163 municipios. A nivel regional, la Sierra cuenta con un mayor número de PTAR, seguido de la Costa y la Amazonía. El 44.9% de las plantas de tratamiento de agua residual depositaron el agua en ríos, el 33.7% se descargó en quebradas, el 9.6% en suelo y el 11.8% restantes se colocó en otros sitios, de lo que se puede concluir que los lugares principales de depósito son los ríos y las quebradas [10].

Entre los proyectos investigativos del Ecuador que fundamentan el presente trabajo de integración curricular se encuentran: la selección de la mejor alternativa entre dos prediseños de plantas de tratamiento de aguas residuales localizadas en el Coca, los cuales se basan en dos procesos físicos y uno biológico con el fin de reducir los contaminantes de forma efectiva. La primera opción tiene humedales artificiales de carga superficial, mientras que la segunda requiere la instalación de lagunas facultativas y de maduración, ambas en un área de 34 ha. Realizados los estudios y tomando en consideración que las dos cumplen con los parámetros establecidos en la norma, la segunda alternativa fue adoptada, ya que puede eliminar el 99.9% de coliformes fecales, 9% más que la primera alternativa [11].

La Universidad San Francisco de Quito por otro lado evaluó el grado de contaminación de las aguas generadas por los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica con el fin de implementar una planta de tratamiento en el propio campus. Los análisis realizados arrojaron un valor de 0.043 correspondiente a la medida de bio-

degradabilidad, lo que significa que el agua es tóxica con presencia de materia oxidable, llegando a la solución de conectar las tuberías sanitarias a una cámara para retener los sólidos generados y reducir la velocidad del flujo, para así alcanzar el pozo de bombeo y el agua pueda llegar a la PTAR [12].

En otro ámbito, se realizó una evaluación a la PTAR de la Universidad de la Fuerzas Armadas en donde se determinó que todos los parámetros tanto físicos, químicos y biológicos a excepción de los coliformes totales, respetan los límites máximos; además, la eficiencia de remoción de DBO5 es de 88.89%, por lo que es aceptable para ser descargada en el río [13].

Por último, se identifica la efectividad de la fibra de coco como un filtro para reducir los contaminantes en el agua residual producida por el centro de faenamiento de Latacunga. Este filtro se obtuvo mediante un proceso de compresión de la cáscara de coco, obteniendo los siguientes resultados una vez terminado el proceso de filtración: 94.30% de DBO5, 87.76% de DQO y 35.09% de sólidos totales [14].

En cuanto a la provincia de Tungurahua, la descarga de aguas residuales provenientes de los municipios de la provincia supone un factor crucial en la contaminación de los ríos, pues según el Plan de Ordenamiento Territorial de Tungurahua 2015 – 2019, alrededor de 25 millones de m³ de agua residual son vertidos a los cauces de los ríos, a las acequias y al medio ambiente sin ningún sistema de saneamiento. Del total, el 97% son agua de uso doméstico y el 3% restante pertenecen a las actividades industriales; donde solo el 5% son tratadas adecuadamente [15].

A nivel provincial se han realizado varios estudios con el fin de obtener mejores resultados en el tratamiento de aguas residuales, dentro de ellos se menciona el artículo científico “Características físicas de los materiales de origen ecuatoriano para el tratamiento de aguas”, el cual consiste en evaluar la efectividad de un filtro mediante las propiedades y características tales como: remoción física, absorción y adsorción, y capa biológica adherida al medio poroso en donde, más características de porosidad tenga el material, mayor será la retención de contaminantes en los efluentes. Los materiales empleados como filtros son: carbón activado, turba, caliza, piroclastos volcánicos, zeolita clinoptilolita y zeolita modernita. Los resultados analizados dan valores que se enmarcan dentro de los recomendados para el tratamiento de aguas

residuales, por lo que se pueden obtener productos locales en el Ecuador sin incurrir en el costo de importación, transporte y soporte técnico de empresas extranjeras [16].

Por otro lado, en el artículo científico “Biofiltración sobre Cama de Turba, para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans” emplean un biofiltro vertical construido a base de una cama de turba, arena de río lavada y piedra pómez utilizado en el tratamiento de aguas residuales provenientes del lavado de jeans, para ello se realizó un monitoreo de 36 días obteniendo una eficiencia del DBO5 de 75.27%, del DQO de 79.69% y una reducción de sólidos totales del 57.33%, sugiriendo la posibilidad de utilizar este biofiltro [17].

En otro estudio realizado en Ambato, se presenta el artículo científico “Filtro con elementos de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de aguas residuales de lavadoras de autos en la ciudad de Ambato, Ecuador” un estudio en donde se determinó la eficacia de un filtro artesanal hecho de bagazo de caña de azúcar, arena, ladrillo triturado y piedra pómez, para el tratamiento del agua residual proveniente de una lavadora de autos ligeros. Para ello, se midió durante 30 días los parámetros de sólidos totales, sólidos suspendidos, DBO5, DQO, pH, aceites y grasas, en donde los resultados arrojaron una mejora significativa en la calidad del efluente tratado [18].

Específicamente en el cantón Píllaro, la calidad del agua ha disminuido ya sea por el crecimiento poblacional, las actividades agrícolas y ganaderas, deterioro de las plantas de tratamiento de aguas residuales o por falta de mantenimiento. La parroquia Presidente Urbina cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales, una de ellas se encuentra en el sector Tres Esquinas, construida en el año 2010 y que en la actualidad tiene una infraestructura regular, pero que está operando con normalidad [19]. Sin embargo, es necesario conocer si en la actualidad requiere alguna mejoría o está en óptimas condiciones.

1.1.2. Hipótesis

En esta parte se plantean dos tipos de hipótesis, una de trabajo (Hi) y otra nula (Ho), las cuales serán comprobadas en capítulos posteriores para verificar la validez del experimento.

1.1.2.1.Hipótesis de trabajo (Hi)

La planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua está funcionando adecuadamente en sus condiciones actuales.

1.1.2.2.Hipótesis nula (Ho)

La planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua no está funcionando adecuadamente en sus condiciones actuales.

1.1.3. Señalamiento de las variables de la hipótesis

- **Variable Independiente:** Planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro.
- **Variable Dependiente:** La evaluación del funcionamiento en sus condiciones actuales.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, de la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

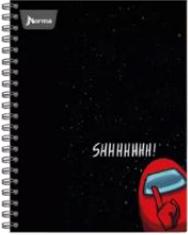
- Realizar el levantamiento de información respecto al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas para el dimensionamiento de las unidades existentes.
- Analizar el afluente y efluente de la planta de tratamiento en cuestión.
- Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en base a la norma actual TULSMA 2015.
- Proponer un rediseño para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales según el análisis realizado con sus respectivos planos y presupuesto, en el caso de ser necesario.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1.Materiales

Se destacan los materiales utilizados en dos grupos; el primero se refiere a los insumos de cada fase que se ha desarrollado para realizar este estudio, es decir, la investigación de campo, investigación en laboratorio y análisis e interpretación de datos; por lo que cada uno es importante para obtener resultados consistentes y precisos, adicionalmente, se utilizarán para las mediciones de caudal y recolección de muestras de agua residual (Tabla 1) y la siguiente lista incluye equipos para protección personal, estos juegan un papel fundamental en la toma de muestras porque así se evita cualquier contagio que se pueda ocasionar por el agua contaminada de la planta de tratamiento (Tabla 2).

FASE 1	
Equipo: Dron Marca: DJI Modelo: Mavic 2 Pro	Equipo: Flexómetro Marca: STANLEY Modelo: FATMAX 5 m
	
Utilización: Empleado para obtener una foto aérea y un video de la PTAR de Tres Esquinas.	Utilización: Se utilizó para tomar medidas en detalle de los componentes de la PTAR para los respectivos dibujos.

<p>Equipo: Cinta métrica Marca: Truper Modelo: TFC – 30 m</p>	<p>Equipo: Balde de 5 lts. Marca: Displast Modelo: N 29774</p>
	
<p>Utilización: Se utilizó para tomar medidas de los componentes de la PTAR para los respectivos dibujos.</p>	<p>Utilización: Se empleó para tomar una cantidad de agua en un tiempo determinado con la finalidad de obtener los caudales tanto del efluente y afluente.</p>
<p>Equipo: Dispositivo móvil Marca: XIAOMI Modelo: Redmi Note 11 Pro</p>	<p>Equipo: Cuaderno Marca: Norma</p>
	
<p>Utilización: Con este dispositivo se realizó la toma de fotografías además con su herramienta de cronometro se tomó el tiempo que se demoró en llenar el balde.</p>	<p>Utilización: Útil para la anotación de los respectivos tiempos de entrada y salida que se realizaba cada hora.</p>

FASE 2
<p>Equipo: Envase de vidrio de 1 lt</p> <p>Tipo: Color ámbar</p> <p>Cantidad: 2</p>

<p>Utilización: Se utilizó para la recolección de muestras de agua residual tanto del efluente como el afluente.</p>
FASE 3
<p>Equipo: Computadora</p> <p>Marca: ASUS TUF Dash 15</p> <p>Modelo: Core i7-12650H</p>

<p>Utilización: Se utilizó para interpretar y procesar la información, para realizar los planos con la ayuda del software CIVIL 3D y Google Earth y así como para la elaboración de la memoria técnica.</p>

Tabla 1: Materiales Empleados.

Fuente: Giovanna Culqui

<p>Equipo: Guantes Marca: Master Tipo: Caucho</p>	<p>Equipo: Mandil</p>
	
<p>Utilización: Se utilizó para proteger las manos de posibles infecciones por el agua.</p>	<p>Utilización: Usado para protección personal.</p>
<p>Equipo: Mascarilla Marca: Novachem Modelo: KN95</p>	<p>Equipo: Zapatos de seguridad Marca: Alans - Boots</p>
	
<p>Utilización: Su función fue proteger de las bacterias o agentes contaminantes presentes en el ambiente.</p>	<p>Utilización: Se utilizó como medida de seguridad sobre todo por el difícil acceso a la planta.</p>

Tabla 2: Equipo de Seguridad.

Fuente: Giovanna Culqui

2.2.Métodos

El objetivo principal del proyecto de investigación fue la evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, de la provincia de Tungurahua.

Para desarrollar la investigación, se utilizó una metodología de carácter cualitativo por el análisis de las características de la calidad del agua del efluente y afluente, y por un diagnóstico de las unidades físicas de la PTAR. También, se consideró un enfoque cuantitativo debido a que se estimaron horas de mayor caudal. Con relación a esto se deberá evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas en la parroquia Presidente Urbina perteneciente al cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua, tomando en consideración las siguientes tablas donde se identifican los métodos y resultados en función de cada objetivo específico:

OBJETIVO ESPECÍFICO 1			
Realizar el levantamiento de información respecto al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas para el dimensionamiento de las unidades existentes.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Recopilación de información teórica y bibliográfica de la zona de estudio y PTAR en cuestión.	Aplicación del tipo de investigación documental basado en fuentes bibliográficas confiables con respecto al GAD municipal del cantón Santiago de Píllaro y GAD parroquial de Presidente Urbina.	<ul style="list-style-type: none">• Información sobre el sector Tres Esquinas, indicando límites, clima y actividades prominentes de la población.• Plano de ubicación de la PTAR.

		Se aplica una entrevista a los moradores del sector por la dispersión poblacional que se identifica y así, recopilar información de carácter personal y directo.	<ul style="list-style-type: none"> • Datos afines a la PTAR como: trabajos de mantenimiento, presencia de mal olores, lugar donde se depositan las agua depuradas.
		Mediante el método de observación directa se inspecciona el lugar en donde está implantada la PTAR y las condiciones actuales de sus unidades descontaminantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción detallada del estado actual de las unidades de tratamiento de la PTAR.
2	Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.	En investigación de campo, con el método investigativo de medición se recaban datos de largo, ancho, alturas y espesor de las unidades de tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Plano con el dimensionamiento de las unidades de tratamiento actuales de la PTAR. Incluye vista en planta y corte longitudinal.

Tabla 3: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 1.

Fuente: Giovanna Culqui

OBJETIVO ESPECÍFICO 2			
Analizar el afluente y efluente de la planta de tratamiento en cuestión.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Medición del caudal de ingreso y salida de la PTAR.	Con el trabajo en campo mediante visitas in situ se mide el caudal de ingreso y salida de la PTAR por el método volumétrico. El número de aforos medidos se basan en un muestreo probabilístico.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del caudal máximo horario de la PTAR. • Identificación del día que mayor aforo tiene la planta de tratamiento.
2	Muestreo representativo y transporte de agua residual de la PTAR.	Con un nivel de investigación experimental se consigue un muestreo representativo de agua residual y se lo transporta hasta el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH para analizarlo, basándose en la norma NTE INEN 2176:2013 y NTE INEN 2169:98.	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de parámetros físico – químicos de agua residual de ingreso y salida de la PTAR.

Tabla 4: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 2.

Fuente: Giovanna Culqui

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en base a la norma actual TULSMA 2015.

Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Análisis de las muestras de agua residual de afluente y efluente de la PTAR enviadas al laboratorio.	Con el empleo de la metodología analítica se comparan los resultados entregados por el laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH en concordancia a la normativa ambiental vigente TULSMA 2015.	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de resultados de agua residual del ingreso y salida de la PTAR.

Tabla 5: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 3.

Fuente: Giovanna Culqui

OBJETIVO ESPECÍFICO 4			
Proponer un rediseño para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales según el análisis realizado con sus respectivos planos y presupuesto, en el caso de ser necesario.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Rediseño de la PTAR del sector Tres Esquinas.	Utilización del método deductivo en base a los resultados obtenidos y condiciones actuales de la comunidad. Los cálculos y especificaciones se rigen a normativas vigentes y cumplen lo estipulado en la norma RAS 2000.	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseño del tanque séptico de la PTAR. • Diseño de un cerramiento. • Diseño de una cubierta de lecho de secado de lodos. • Presupuesto referencial • Manual de operación y mantenimiento.

Tabla 6: Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 4.

Fuente: Giovanna Culqui

En el desarrollo del presente capítulo, se menciona detalladamente cada una de las etapas con el respectivo método investigativo empleado:

2.2.1. Etapa I.- Levantamiento de información de la PTAR

En esta etapa se empleó un tipo de investigación documental, porque se realizó un análisis de la población que interviene en la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas tomando en cuenta las actividades socio económicas del lugar. Adicionalmente, se obtuvo información teórica y bibliográfica para describir la zona de estudio, incluyendo ubicación de la planta y temas relacionados, haciendo uso

de libros, tesis, artículos científicos, entre otros. Para el levantamiento se recopiló toda la información que guarda relación a la planta de tratamiento de aguas residuales, adjuntando datos de: año en el que fue creada, dimensiones de los componentes principales, tiempo de funcionamiento de la PTAR, entre otros.

Debido a condiciones específicas de la zona, entre ellas, la dispersión poblacional de la comunidad (característico en áreas agrícolas) se aplicó una entrevista como instrumento para recolectar información debido a su carácter personal y directo con los moradores del predio (figura 1). Los datos obtenidos de primera mano fueron de gran relevancia para conocer las causas por las cuales la PTAR llegó a funcionar en esas condiciones y conocer horas pico en las cuales la población genera mayor caudal de ingreso a la PTAR por sus actividades diarias.



Figura 1: Entrevista a moradores de la zona donde se encuentra la PTAR de Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

La observación directa permitió conocer detalles relevantes de la zona y caracterizar el estado actual de los componentes de la PTAR. Se identificaron problemas evidentes en las estructuras que conforman la planta de tratamiento y de esta manera se determinó la eficiencia con la que se está descontaminando las aguas residuales que ingresan a la misma.

2.2.2. Etapa II.- Investigación de campo

Para esta etapa se utilizó un método investigativo de medición para realizar el dimensionamiento (largo, ancho, alturas y espesor) de las unidades que forman parte del proceso de tratamiento de agua residual (figura 2), el proceso fue de gran relevancia sobre todo para la propuesta de rediseño en la última etapa.



Figura 2: Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

2.2.3. Etapa III.- Análisis de laboratorio de las características físico-químicas del agua.

Para este apartado se empleó un nivel de investigación experimental ya que se recogieron muestras simples del afluente y efluente tomadas de las aguas residuales el día viernes 25 de noviembre a las 10:00 AM (día y hora con mayor caudal calculado en la medición del aforo de la PTAR) y muestras compuestas, tomadas cada hora durante 10 horas, para conocer el promedio de las variaciones de la contaminación en el agua, cumpliendo con principios establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización en su norma NTE INEN 2176:2013 Agua, calidad de agua, muestreo, técnicas de muestreo [20].



Figura 3: Recolección de muestras de agua residual de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

Posteriormente, las cuatro muestras recolectadas se transportaron al Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo para analizarlas e identificar sus características más preponderantes cumpliendo con lo estipulado en la normativa NTE INEN 2169:98 Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y

conservación de las muestras [21], cuyos resultados se presentan en el Anexo 2 del presente documento.



Figura 4: Muestras del agua a la entrada y salida de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

Metcalf & Eddy establecen que los contaminantes de mayor importancia en el tratamiento de agua residual son los sólidos en suspensión, puesto que dan lugar al desarrollo de depósitos de fango al descargarse el líquido en el entorno; materia orgánica biodegradable medidas en función del DBO y DQO (si no se trata este parámetro se crean condiciones sépticas en la descarga al agotar el oxígeno durante su estabilización biológica) [22]. De igual manera, existe la necesidad de analizar el potencial de hidrógeno pH a fin de garantizar unas condiciones óptimas para conseguir las reacciones químicas o microbianas oportunas y que el proceso funcione de manera eficiente [23].

Con lo expuesto anteriormente, se identificaron que los principales parámetros para estudiar y determinar la eficacia del funcionamiento de una PTAR son los siguientes:

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA DE ENSAYO
pH	-	STANDARD METHODS 4500 - N B	Electrometría
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D	Espectrofotometría UV VIS
DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	Respirometría

Sólidos totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540 – B	Espectrofotometría UV VIS
Sólidos suspendidos	mg/l	STANDARD METHODS 2540 - D	Espectrofotometría UV VIS

Tabla 7: Parámetros para determinar la eficiencia de la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

2.2.4. Etapa IV.- Análisis y verificación de funcionamiento de la PTAR

Consecuentemente, mediante el método de investigación analítico y comparativo, se compararon los resultados del laboratorio con los valores de la Tabla 12 de la normativa TULSMA 2015, libro VI, Anexo 1, “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce”, para verificar el cumplimiento respectivo y la hipótesis de trabajo. De la misma forma, se calcularon los porcentajes de eficiencia de remoción para los parámetros estudiados con la ecuación 1, lo que ayudó en el proceso de evaluación de la PTAR, el diagnóstico técnico y el estado de las estructuras hidráulicas preexistentes [24].

$$E = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100 \quad (Ec. 1)$$

Donde:

E = Eficiencia del parámetro (%)

C_o = Valor inicial del parámetro

C_f = Valor final del parámetro

Por consiguiente, se detalló las dimensiones de cada unidad de la planta de tratamiento de aguas residuales y se realizó los planos respectivos con el software AutoCAD.

Para el diagnóstico técnico de cada proceso se aplicó varios manuales internacionales y así obtener un correcto diseño de la PTAR.

- Tanque repartidor de caudales – Manual de agua potable: Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales

municipales: Pretratamiento y Tratamiento Primario, Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) [25].

- Tanque Séptico - Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, Título E, Tratamiento de Aguas Residuales [26].
- Filtro anaerobio de flujo ascendente - Manual de agua potable: Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtros anaeróbicos de flujo ascendente, Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) [27].
- Lecho de secado de lodos – Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques IMHOFF y lagunas de estabilización, Organización Panamericana de la Salud (OPS) [28].

2.2.5. Etapa V.- Propuesta de mejoramiento de la PTAR

Por último, en esta fase se empleó el nivel de investigación deductivo, ya que se propuso un rediseño de un componente de la PTAR del sector Tres Esquinas del cantón Santiago de Píllaro basándose en los resultados obtenidos de la evaluación experimental. Esto incluyó el redimensionamiento del tanque séptico, el diseño del cerramiento y una cubierta para el lecho de secado de lodos, así como sus respectivos planos, presupuesto y manual de operación y mantenimiento. De la misma forma, se calculó un caudal de diseño y población futura, para lograr una estructura que garantice la vida útil de la planta de tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Descripción de la zona de estudio

El área de estudio para la investigación es la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, ubicada en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua. Presidente Urbina tiene una extensión de 1263.1 ha y cuenta con 12 barrios, con una población total de 3034 habitantes aproximadamente [29]. Dentro de los 12 barrios, se encuentra Tres Esquinas con una extensión de 131.93 ha [19].

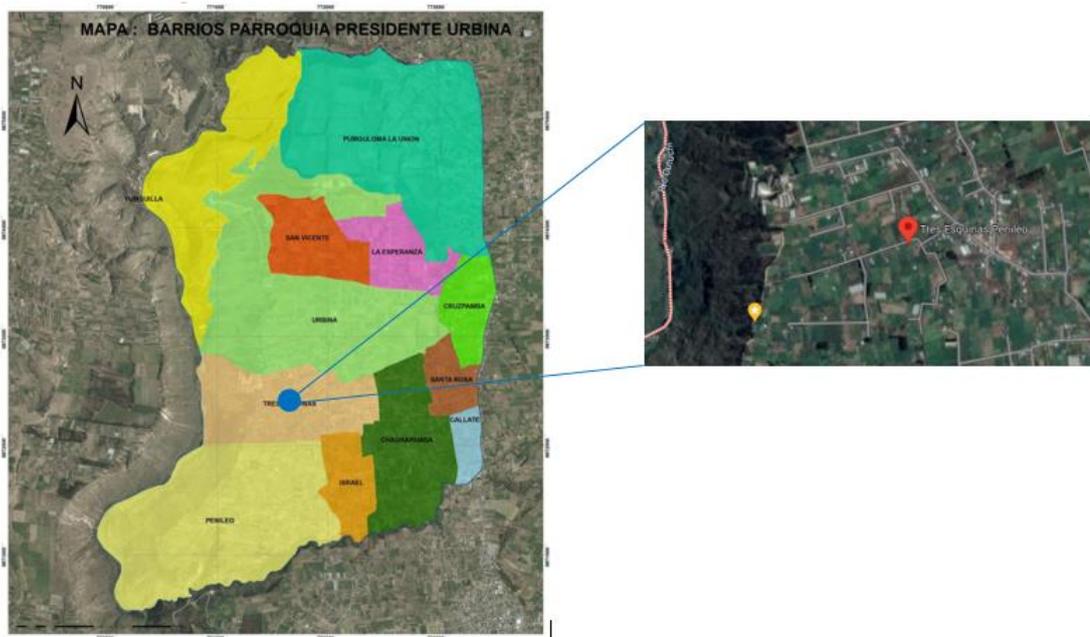


Figura 5: Ubicación del barrio Tres Esquinas.

Fuente: PDOT Presidente Urbina [19].

La parroquia Presidente Urbina es una de las parroquias rurales de Píllaro, donde se ubica el sector de Tres Esquinas, el barrio más poblado de la parroquia. Sus límites son: al Norte, se encuentra el barrio Urbina o La Matriz; al Sur se ubica los barrios de Penileo e Israel; al Este, el barrio Chagrapamba; y al Oeste las parroquias de Cunchibamba y Unamuncho del cantón Ambato, es una región de clima Ecuatorial mesotérmico, la media anual es de 11° C a 13°C [19].

En la Parroquia “Presidente Urbina”, el porcentaje de la Población Ocupada en relación a la PEA (Población Económicamente Activa) es del 72,20% mismo que se detalla, en el Sector Primario (Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca, y Minería) representa el 44,03% en relación a la PEA Parroquial. Esto evidencia que la parroquia se caracteriza por ser en su mayoría agrícola y especialmente ganadera, ya que se ha evidenciado la presencia de cultivos de pastos con el fin de utilizarlos en la producción pecuaria [19].

El porcentaje de la Población Ocupada en el Sector Industrial (Artesanía y Manufactura) representa el 12,64% en relación a la PEA Parroquial, este sector se caracteriza por su habilidad manual en la elaboración de balones y zapatos; en el Sector Servicios (Variedad de actividades comerciales y sector público) corresponde al 15,52% de la PEA [19].



Figura 6: Barrio Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

La PTAR del sector Tres Esquinas se construyó en el año 2010 gracias a un convenio entre el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de Presidente Urbina y el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, tras lo cual entró en funcionamiento y depuración de las aguas residuales provenientes del barrio Tres Esquinas, mediante tres niveles de tratamiento (preliminar, primario y secundario). Estas aguas depuradas se depositan directamente al Río Cutuchi [29].

3.1.1.1.Observaciones in situ de la PTAR

La planta de tratamiento no cuenta con sus planos respectivos y su principal observación es que no posee licencia ambiental [29]. En la actualidad se nota una falta de mantenimiento en las unidades existentes, debido a la vegetación que ha crecido alrededor de cada una; a pesar de que cuenta con las respectivas señaléticas, no tiene un cerramiento adecuado para la obra civil.



Figura 7: Vegetación presente en la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 8: Falta de cerramiento en la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

De la misma forma, se pudo notar fisuras y deterioro en las paredes de hormigón ya sean internas o externas de cada unidad, como se muestra en la (figura 9). Estas irregularidades ponen en riesgo el correcto funcionamiento de cada componente y se aduce un deficiente tratamiento descontaminante de agua en general.



Figura 9: Fisuras y deterioro en el pozo de salida.

Fuente: Giovanna Culqui

La presencia de insectos en especial mosquitos es notoria y esto se debe también a que la gente deposita basura dentro de la planta generando mal olor (figura 10). El difícil acceso es otra preocupación, pues la planta se ubica a unos 20 metros de desnivel aproximadamente y el camino se encuentra en muy malas condiciones (figura 11).



Figura 10: Desechos de basura presentes en la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 11: Acceso a la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

La planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas abarca un área aproximada de 400 m², en la figura 12 se muestra un esquema gráfico con el funcionamiento actual de la planta de tratamiento, la misma que dispone sus componentes como se observa en la figura 13. Se identifican los siguientes procesos unitarios: tanque repartidor de caudales, tanque séptico, filtro anaerobio de flujo ascendente, lecho de secado de lodos y un pozo de salida, que se describen a continuación.

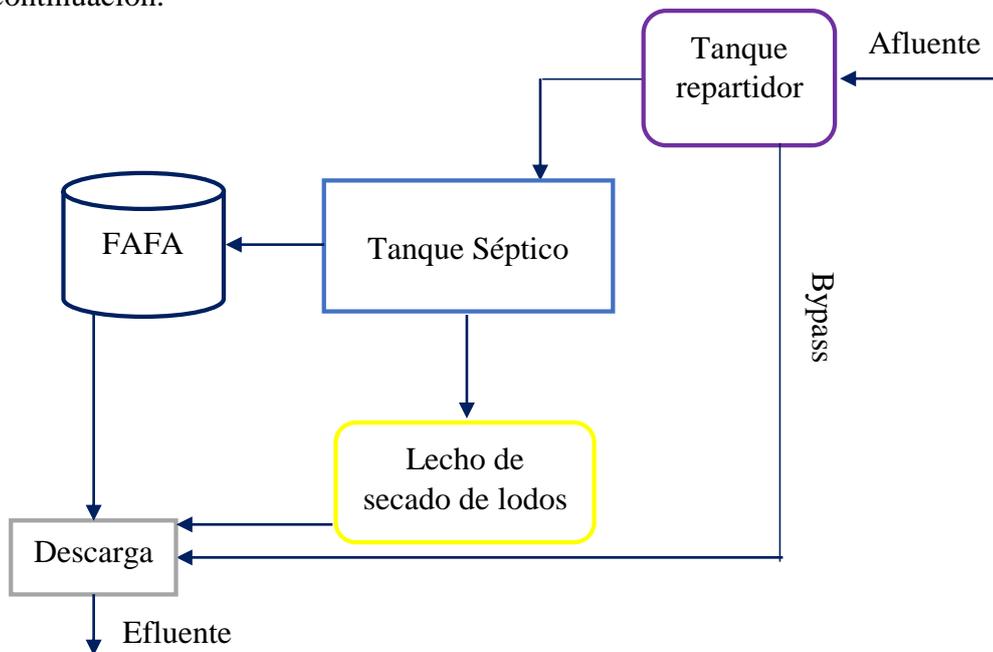


Figura 12: Proceso de tratamiento actual de la PTAR del sector Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

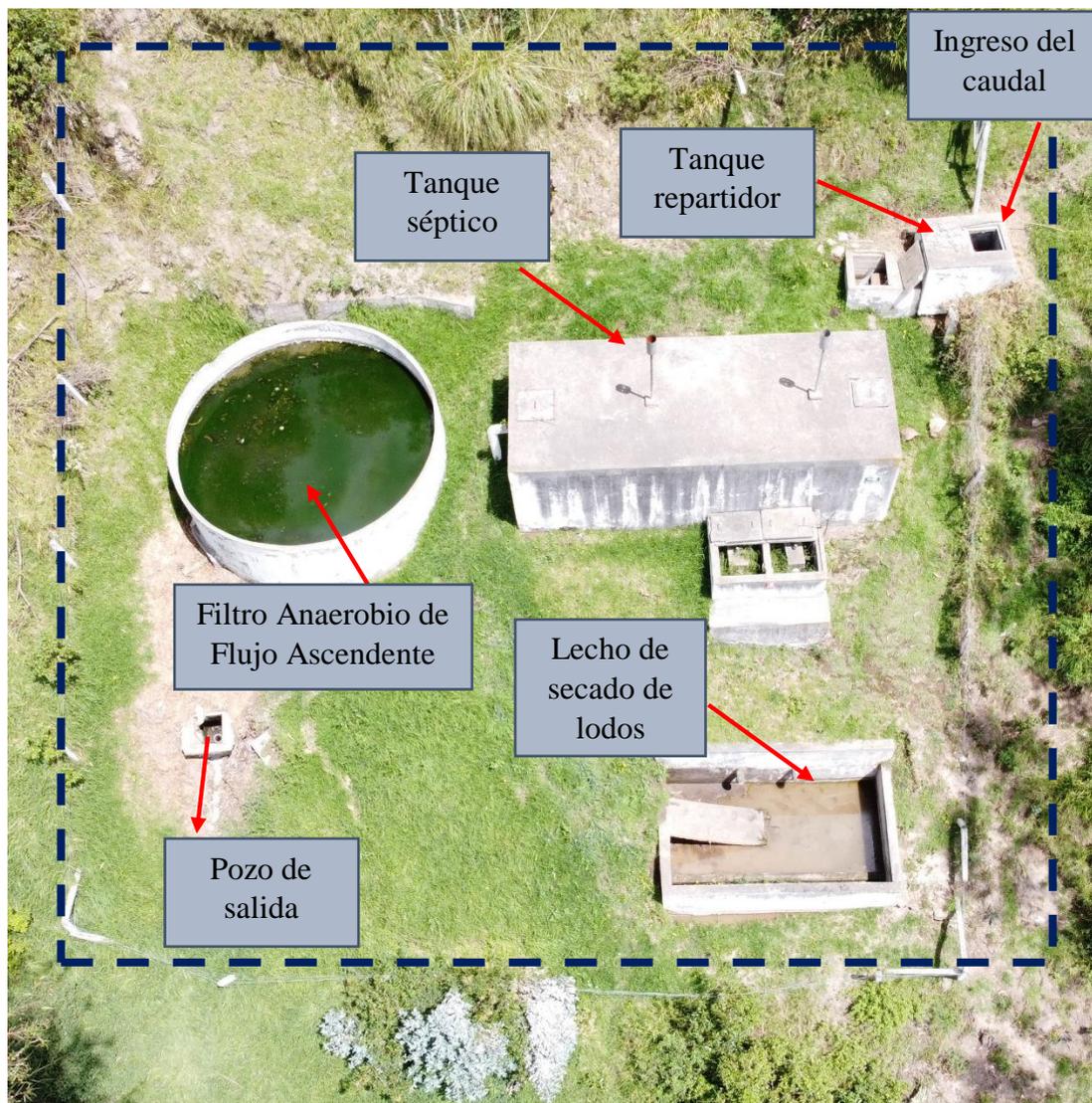


Figura 13: PTAR del sector Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.1.2. Unidades que conforman el tratamiento

- Tanque repartidor de caudales, el cual distribuye el caudal de las aguas servidas provenientes del sistema de alcantarillado al tanque séptico o de manera directa hacia el río Cutuchi por un Bypass. Se pudo notar la presencia de sólidos de varios tamaños y la rejilla de ingreso no está bien colocada, por lo que no está cumpliendo su función de depuración de agua correctamente.



Figura 14: Tanque repartidor.

Fuente: Giovanna Culqui

- Un tanque de sedimentación primaria (Fosa Séptica), se considera un tratamiento primario porque sedimenta partículas y además existe remoción de carga orgánica a través de un proceso biológico [30].

El tanque está formado por dos cajas de revisión, un compartimento en serie y dos ductos de aireación, se puede diferenciar un leve estado de deterioro, como se muestra en la figura 15.



Figura 15: Tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

- Un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), se considera como un tratamiento secundario y es un proceso biológico donde se adhiere bacterias anaerobias a un cuerpo inerte (filtro) [30].

Está construido de forma cilíndrica y recolecta el agua proveniente de la fosa séptica mediante tubería PVC cubierta con una malla y hormigón armado. Se pudo observar un correcto funcionamiento, pues se encontraba limpio, sin material vegetal ni basura. En cuanto al estado de la estructura se pudo notar un leve deterioro en las paredes exteriores del filtro, (figura 16).



Figura 16: Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Fuente: Giovanna Culqui

- Lecho de secado de lodos, son filtros poco profundos llenos de arena y grava, cuentan con un sistema de drenaje profundo con la finalidad de recolectar lixiviados [31].

Actualmente, los lodos del tanque séptico no han sido evacuados hace tiempo, por lo que la capacidad de funcionamiento no es la óptima.



Figura 17: Lecho de secado de lodos.

Fuente: Giovanna Culqui

- Descarga a través de una tubería de PVC en el pozo de salida con dirección al río Cutuchi.

El pozo se encuentra en pésimo estado, sobre todo en las paredes exteriores, la tapa se encuentra tirada a un lado del mismo.



Figura 18: Pozo de salida del agua residual.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.2. Medición de caudales

Para ejecutar la medición de caudales de la PTAR de Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina se aplicó el método volumétrico con ayuda de un balde con capacidad de 5 litros y un cronómetro. Se toma el volumen dependiendo de la velocidad de llenado y se toma el tiempo transcurrido desde que se introduce a la descarga hasta que sale de ella. Este método es el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se ejecute el aforo garantice que al balde llegue todo el volumen de agua que sale por la descarga y teniendo un especial cuidado al momento de la toma de muestra y medición del tiempo, ya que es un proceso simultáneo [32].

Para determinar el tamaño muestral que corresponde al número de mediciones del aforo de la PTAR se utilizó un análisis estadístico en base al muestreo probabilístico. Se empleó una selección aleatoria por su muestra de alta representatividad y sencilla aplicación [33].

El modelo para considerar el tamaño de la muestra correspondió al de poblaciones finitas menores a mil, debido a que la población de estudio abarca los 365 días del año.

De la misma forma, se ha establecido un error de 17.5% para generalizar los resultados, ya que la población cuenta con diferentes actividades que se realizan diariamente, entre ellas se menciona las agrícolas, pues se designa cuatro días a la semana para el riego de cultivos; la cantidad de agua que se emplee para la alimentación y aseo personal de los habitantes; las aguas pluviales que son muy frecuentes en el sector; todo esto puede generar una variación en la cantidad de aguas residuales generadas a diario [34].

Con la ecuación 2 se obtiene el tamaño de muestra referida al número de mediciones del caudal de la PTAR de Tres Esquinas del presente trabajo [35].

$$n = \frac{N}{1 + N(E)^2} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$N = \text{población} = 365 \text{ días}$

$n = \text{tamaño de la muestra}$

$E = \text{índice de error que generalice resultados} = 17.5\% (0.175)$

$$n = \frac{365}{1 + 365(0.175)^2}$$

$$n = 29,97$$

$$\mathbf{n = 30 \text{ días}}$$

En relación a los cálculos realizados, Metcalf & Eddy menciona que en la mayoría de casos prácticos se determinan datos de caudales obtenidos de los vertidos en un periodo de registro de 30 días a fin de conseguir resultados aproximados a la realidad y considerando variables como el clima, vegetación y actividades antrópicas. Con esto se corrobora el resultado obtenido, otorgándole mayor veracidad [22].

Según la información recopilada mediante las entrevistas realizadas a moradores, se pudo determinar que la población inicia sus actividades desde las 8:00 AM. Luego se dirigen a sus actividades pecuarias, para regresar a la hora de almuerzo al medio día y continuar con sus labores en casa. Su trabajo termina en horas de la tarde, en donde se sirven la cena y se recuestan a dormir.

Por todo lo mencionado, el aforo del proyecto se realizó durante 30 días consecutivos, del 15 de agosto al 13 de septiembre del 2022, en donde se tomó el caudal del afluente y efluente de la plata de tratamiento a cada hora, desde las 08:00 AM hasta las 16:00 PM, con el fin de obtener un total de 9 valores diarios.

- Resultados de los caudales a la entrada de la PTAR

A continuación, se presentan las tablas con los valores diarios obtenidos de los 30 días:

Lunes 15 de agosto - Domingo 21 de agosto del 2022							
Hora de medición	15	16	17	18	19	20	21
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.95	0.78	0.97	0.97	0.88	1.03	1.15
09:00	1.08	0.87	0.85	0.81	0.89	1.06	1.12
10:00	0.92	0.90	1.10	0.98	2.29	1.06	1.19
11:00	1.04	0.93	1.14	0.88	2.05	0.98	1.19
12:00	1.19	0.85	1.18	0.98	1.89	1.06	1.46
13:00	0.94	1.52	1.10	0.99	1.47	1.09	1.34
14:00	1.00	1.21	0.80	0.89	1.55	0.95	1.27
15:00	1.00	0.95	0.91	1.21	1.46	1.04	1.17
16:00	1.12	0.95	0.97	1.17	1.32	1.10	1.24

Tabla 8: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 1era semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 22 de agosto - Domingo 28 de agosto del 2022							
Hora de medición	22	23	24	25	26	27	28
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	1.02	0.79	0.83	0.94	0.97	0.99	1.27
09:00	0.93	0.90	1.05	0.94	1.00	1.00	1.11
10:00	0.95	0.89	1.04	0.97	2.40	0.97	1.10
11:00	1.07	0.95	1.19	1.00	1.96	1.01	1.18
12:00	1.16	0.88	1.12	1.07	1.65	0.93	1.57
13:00	1.00	1.62	1.16	0.93	1.34	1.17	1.28
14:00	1.10	1.39	0.75	0.81	1.33	0.99	1.12
15:00	1.04	1.05	0.84	0.99	1.21	0.95	1.09
16:00	1.10	1.05	0.82	1.06	1.18	0.95	1.14

Tabla 9: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 2da semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 29 de agosto - Domingo 04 de septiembre del 2022							
Hora de medición	29	30	31	1	2	3	4
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.96	0.99	0.90	0.98	0.95	0.96	1.23
09:00	1.01	0.87	0.98	0.92	0.90	0.95	1.26
10:00	0.89	0.85	1.22	1.00	2.28	0.83	1.23
11:00	1.16	0.98	1.20	0.94	2.26	0.93	1.12
12:00	1.18	0.84	1.08	1.21	1.18	0.96	1.66
13:00	1.03	1.52	0.86	0.90	1.41	0.96	1.26
14:00	1.08	1.24	1.00	0.79	1.39	1.00	1.20
15:00	1.01	1.06	0.89	1.07	1.28	1.02	1.13
16:00	1.11	0.98	1.00	0.91	1.16	1.07	1.26

Tabla 10: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 3ra semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 05 de septiembre - Domingo 11 de septiembre del 2022							
Hora de medición	5	6	7	8	9	10	11
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.97	0.97	0.95	0.83	1.00	0.99	1.16
09:00	1.02	0.94	0.92	1.03	0.93	1.03	1.11
10:00	0.87	0.88	1.31	0.85	2.17	1.02	1.19
11:00	1.05	0.95	1.15	0.91	1.72	1.00	1.27
12:00	1.20	0.89	1.04	1.17	1.55	0.98	1.35
13:00	1.04	1.53	0.84	0.89	1.05	1.07	1.24
14:00	1.12	1.47	0.83	0.85	1.16	1.03	1.23
15:00	1.11	1.10	0.79	1.15	1.01	0.95	1.28
16:00	1.09	1.01	0.75	1.11	1.11	0.89	1.10

Tabla 11: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 4ta semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 12 de septiembre - Martes 13 de septiembre del 2022							
Hora de medición	12	13	14	15	16	17	18
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	1.01	1.01	-	-	-	-	-
09:00	0.95	0.90	-	-	-	-	-
10:00	0.85	0.90	-	-	-	-	-
11:00	1.04	0.94	-	-	-	-	-
12:00	1.15	0.86	-	-	-	-	-
13:00	1.02	1.55	-	-	-	-	-
14:00	1.00	1.49	-	-	-	-	-
15:00	1.00	1.08	-	-	-	-	-
16:00	1.03	0.96	-	-	-	-	-

Tabla 12: Medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas de la 5ta semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

En la tabla 13 se presenta el resumen mensual, que corresponde al promedio de los valores obtenidos en cada hora de los 30 días, con la respectiva estadística descriptiva de cada día de la semana.

Lunes 15 de agosto - Martes 13 de septiembre del 2022							
Hora de medición	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.98	0.91	0.91	0.93	0.95	0.99	1.20
09:00	1.00	0.90	0.95	0.93	0.93	1.01	1.15
10:00	0.90	0.88	1.17	0.95	2.29	0.97	1.51
11:00	1.07	0.95	1.17	0.93	2.00	0.98	1.19
12:00	1.18	0.86	1.11	1.11	1.57	0.98	1.18
13:00	1.01	1.55	0.99	0.93	1.32	1.07	1.28
14:00	1.06	1.36	0.85	0.84	1.36	0.99	1.21
15:00	1.03	1.05	0.86	1.11	1.24	0.99	1.17
16:00	1.09	0.99	0.89	1.06	1.19	1.00	1.19

Tabla 13: Resumen de medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Como se puede observar, los caudales de mayor valor se presentan en las mañanas específicamente de 10:00 a 11:00, siendo los viernes y domingos donde se da un mayor caudal comparando con el resto de los días de la semana. A continuación, se presenta la estadística descriptiva de los datos que se muestran anteriormente:

Lunes			
		Mínimo	0.9000
Media	1.0356	Máximo	1.1800
Mediana	1.0300	Suma	9.3200
Desviación estándar	0.0783	Cuenta	9

Tabla 14: Estadística descriptiva caudales de entrada del lunes (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Martes			
		Mínimo	0.8600
Media	1.0500	Máximo	1.5500
Mediana	0.9500	Suma	9.4500
Desviación estándar	0.2416	Cuenta	9

Tabla 15: Estadística descriptiva caudales de entrada del martes (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Miércoles			
		Mínimo	0.8500
Media	0.9889	Máximo	1.1700
Mediana	0.9500	Suma	8.9000
Desviación estándar	0.1293	Cuenta	9

Tabla 16: Estadística descriptiva caudales de entrada del miércoles (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Jueves			
		Mínimo	0.8400
Media	0.9767	Máximo	1.1100
Mediana	0.9300	Suma	8.7900
Desviación estándar	0.0939	Cuenta	9

Tabla 17: Estadística descriptiva caudales de entrada del jueves (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Viernes			
		Mínimo	0.9300
Media	1.4278	Máximo	2.2900
Mediana	1.3200	Suma	12.8500
Desviación estándar	0.4576	Cuenta	9

Tabla 18: Estadística descriptiva caudales de entrada del viernes (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Sábado			
		Mínimo	0.9700
Media	0.9978	Máximo	1.0700
Mediana	0.9900	Suma	8.9800
Desviación estándar	0.0295	Cuenta	9

Tabla 19: Estadística descriptiva caudales de entrada del sábado (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Domingo			
		Mínimo	1.1500
Media	1.2311	Máximo	1.5100
Mediana	1.1900	Suma	11.0800
Desviación estándar	0.1106	Cuenta	9

Tabla 20: Estadística descriptiva caudales de entrada del domingo (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

La tabla 21 detalla el resumen de las medias diarias de los caudales calculados de la PTAR del sector Tres Esquinas; seguidamente se presenta la estadística descriptiva de los mismos valores.

Día	Media (lts/seg)
Lunes	1.0356
Martes	1.0500
Miércoles	0.9889
Jueves	0.9767
Viernes	1.4278
Sábado	0.9978
Domingo	1.2311

Tabla 21: Resumen de medias diarias de caudales de entrada PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

Estadística descriptiva			
		Mínimo	0.9767
Media	1.1011	Máximo	1.4278
Mediana	1.0356	Suma	7.7078
Desviación estándar	0.1680	Cuenta	7

Tabla 22: Estadística descriptiva de la medición de caudales de entrada de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

Analizados los datos calculados se puede determinar que el mayor caudal se dio el viernes 26 de agosto a las 10:00 AM, con un valor de 2.40 lts/seg. Este valor es de gran importancia ya que se utilizó en la evaluación de las estructuras que conforman la PTAR.



Figura 19: Medición del caudal de entrada de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

- **Resultados de los caudales a la salida de la PTAR**

Se realiza el mismo procedimiento, pero con los valores de descarga de las aguas residuales.

Lunes 15 de agosto - Domingo 21 de agosto del 2022							
Hora de medición	15	16	17	18	19	20	21
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.93	0.75	0.95	0.95	0.86	0.87	0.98
09:00	1.08	0.87	0.80	0.80	0.88	1.03	1.04
10:00	0.89	0.89	1.10	0.95	1.98	1.05	1.18
11:00	0.99	0.90	1.00	0.88	1.92	0.95	1.17
12:00	1.16	0.81	1.09	0.89	1.76	1.03	1.39
13:00	0.91	1.49	1.08	0.99	1.38	1.05	1.29
14:00	1.00	1.18	0.79	0.89	1.46	0.91	1.23
15:00	0.98	0.96	0.91	1.20	1.39	1.04	1.16
16:00	1.12	0.97	0.97	1.17	1.32	1.09	1.22

Tabla 23: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 1era semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 22 de agosto - Domingo 28 de agosto del 2022							
Hora de medición	22	23	24	25	26	27	28
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	1.01	0.78	0.83	0.92	0.95	0.91	1.13
09:00	0.93	0.90	1.03	0.93	0.99	0.90	1.08
10:00	0.94	0.88	1.04	0.94	2.12	0.97	1.09
11:00	1.03	0.92	1.05	1.00	1.91	0.99	1.15
12:00	1.15	0.79	1.01	0.99	1.63	0.91	1.42
13:00	0.97	1.55	1.15	0.93	1.27	1.15	1.25
14:00	1.10	1.36	0.74	0.81	1.28	0.92	1.08
15:00	1.01	1.04	0.84	0.99	1.17	0.88	1.05
16:00	1.10	1.03	0.82	1.06	1.18	0.94	1.13

Tabla 24: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 2da semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 29 de agosto - Domingo 04 de septiembre del 2022							
Hora de medición	29	30	31	1	2	3	4
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.92	0.91	0.87	0.96	0.92	0.85	0.99
09:00	1.01	0.87	0.97	0.91	0.90	0.92	1.10
10:00	0.89	0.84	1.22	0.98	1.87	0.82	1.21
11:00	1.05	0.96	1.09	0.94	1.98	0.87	1.10
12:00	1.14	0.82	1.04	1.16	1.02	0.89	1.46
13:00	1.01	1.47	0.84	0.90	1.29	0.95	1.20
14:00	1.08	1.19	0.99	0.79	1.33	0.99	1.17
15:00	0.99	1.05	0.88	1.07	1.25	0.96	1.11
16:00	1.11	0.95	1.00	0.91	1.16	1.07	1.24

Tabla 25: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 3ra semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 05 de septiembre - Domingo 11 de septiembre del 2022							
Hora de medición	5	6	7	8	9	10	11
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	1.00	0.96	0.94	0.81	0.99	0.82	1.11
09:00	1.02	0.94	0.89	1.02	0.91	0.95	1.16
10:00	0.85	0.87	1.31	0.82	2.12	1.00	1.15
11:00	0.99	1.00	1.02	0.91	1.67	0.93	1.19
12:00	1.18	0.81	0.93	1.05	1.47	0.97	1.21
13:00	1.03	1.52	0.82	0.89	0.92	1.00	1.19
14:00	1.12	1.43	0.83	0.85	1.06	1.01	1.19
15:00	1.09	1.11	0.77	1.15	0.92	0.89	1.26
16:00	1.09	1.04	0.75	1.11	1.11	0.88	1.04

Tabla 26: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 4ta semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Lunes 12 de septiembre - Martes 13 de septiembre del 2022							
Hora de medición	12	13	14	15	16	17	18
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.99	0.97	-	-	-	-	-
09:00	0.95	0.90	-	-	-	-	-
10:00	0.84	0.88	-	-	-	-	-
11:00	1.04	1.01	-	-	-	-	-
12:00	1.15	0.86	-	-	-	-	-
13:00	1.00	1.48	-	-	-	-	-
14:00	1.00	1.45	-	-	-	-	-
15:00	0.99	1.08	-	-	-	-	-
16:00	1.03	0.98	-	-	-	-	-

Tabla 27: Medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas de la 5ta semana (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Con los valores obtenidos, en la tabla 28 se realiza un resumen haciendo un promedio de cada día.

Lunes 15 de agosto – Martes 13 de septiembre del 2022							
Hora de medición	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	0.97	0.87	0.90	0.91	0.93	0.86	1.05
09:00	1.00	0.90	0.92	0.92	0.92	0.95	1.10
10:00	0.88	0.87	1.17	0.92	2.02	0.96	1.16
11:00	1.02	0.96	1.04	0.93	1.87	0.94	1.15
12:00	1.16	0.82	1.02	1.02	1.47	0.95	1.37
13:00	0.98	1.50	0.97	0.93	1.22	1.04	1.23
14:00	1.06	1.32	0.84	0.84	1.28	0.96	1.17
15:00	1.01	1.05	0.85	1.10	1.18	0.94	1.15
16:00	1.09	0.99	0.89	1.06	1.19	1.00	1.16

Tabla 28: Resumen de medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Se muestra los datos de los caudales obtenidos a la salida de la PTAR, donde el caudal mayor se ubican en las mañanas específicamente de 10:00 a 11:00, siendo los mismos viernes y domingos donde se da valores mayores comparando con el resto de los días de la semana. Esto coincide singularmente con los datos obtenidos al ingreso del agua residual. Por tal motivo, se determina que el tiempo de retención en los componentes

hidráulicos es medianamente baja por los valores aproximados del afluente y efluente de la PTAR. A continuación, se presenta la estadística descriptiva de los datos que se muestran anteriormente:

Lunes			
		Mínimo	0.8800
Media	1.0189	Máximo	1.1600
Mediana	1.0100	Suma	9.1700
Desviación estándar	0.0793	Cuenta	9

Tabla 29: Estadística descriptiva caudales de salida del lunes (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Martes			
		Mínimo	0.8200
Media	1.0311	Máximo	1.5000
Mediana	0.9600	Suma	9.2800
Desviación estándar	0.2302	Cuenta	9

Tabla 30: Estadística descriptiva caudales de salida del martes (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Miércoles			
		Mínimo	0.8400
Media	0.9556	Máximo	1.1700
Mediana	0.9200	Suma	8.6000
Desviación estándar	0.1064	Cuenta	9

Tabla 31: Estadística descriptiva caudales de salida del miércoles (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Jueves			
		Mínimo	0.8400
Media	0.9589	Máximo	1.1000
Mediana	0.9300	Suma	8.6300
Desviación estándar	0.0830	Cuenta	9

Tabla 32: Estadística descriptiva caudales de salida del jueves (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Viernes			
		Mínimo	0.9200
Media	1.3422	Máximo	2.0200
Mediana	1.2200	Suma	12.0800
Desviación estándar	0.3825	Cuenta	9

Tabla 33: Estadística descriptiva caudales de salida del viernes (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Sábado			
		Mínimo	0.8600
Media	0.9556	Máximo	1.0400
Mediana	0.9500	Suma	8.6000
Desviación estándar	0.0485	Cuenta	9

Tabla 34: Estadística descriptiva caudales de salida del sábado (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Domingo			
		Mínimo	1.0500
Media	1.1711	Máximo	1.3700
Mediana	1.1600	Suma	10.5400
Desviación estándar	0.0894	Cuenta	9

Tabla 35: Estadística descriptiva caudales de salida del domingo (lts/seg).

Fuente: Giovanna Culqui

Igualmente, la tabla 36 se detalla el resumen de las medias diarias de los caudales calculados de la PTAR del sector Tres Esquinas; seguidamente se presenta la estadística descriptiva de los mismos valores en la tabla 37.

Día	Media (lts/seg)
Lunes	1.0189
Martes	1.0311
Miércoles	0.9556
Jueves	0.9589
Viernes	1.3422
Sábado	0.9556
Domingo	1.1711

Tabla 36: Resumen de medias diarias de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

Estadística descriptiva			
		Mínimo	0.9556
Media	1.0619	Máximo	1.3422
Mediana	1.0189	Suma	7.4333
Desviación estándar	0.1452	Cuenta	7

Tabla 37: Estadística descriptiva de la medición de caudales de salida de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

Analizados los datos calculados se puede determinar que el mayor caudal se da el mismo viernes 26 de agosto a las 10:00 AM, con un valor de 2.02 lts/seg.



Figura 20: Medición del caudal de salida de la PTAR Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.3. Análisis del agua residual de la PTAR

En la tabla 38, se presenta los valores obtenidos en el análisis del afluente de la planta de tratamiento. Se muestran tres valores, es decir, el análisis de la muestra simple realizado en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo y los otros dos corresponden a los análisis realizados por el GAD Municipal de Santiago de Píllaro, ambos realizados en el Laboratorio ANAVANLAB en julio y noviembre del 2022 (Anexo 2). Estos valores fueron brindados para realizar

una mejor comparación entre las muestras obtenidas, en la misma se coloca los valores máximos permitidos según la norma TULSMA y se realiza la comparación para verificar si cumplen o no con estos límites.

Parámetros	Unidades	Muestra 1*	Muestra 2**	Muestra 3***	Límite Máximo TULSMA	Cumplimiento
pH	-	7,20	7,90	7,57	6 – 9	SI
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	56	67	60	200	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg O ₂ /L	54	59	34	100	SI
Sólidos Suspendidos	mg/L	29	35	41	130	SI
Sólidos Totales	mg/L	172	201	181	1600	SI

*Datos del análisis realizado en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.

**Datos del análisis del Laboratorio ANAVANLAB con fecha 13 de julio de 2022.

*** Datos del análisis del Laboratorio ANAVANLAB con fecha 30 de noviembre de 2022.

Tabla 38: Resultados del análisis del afluente del agua residual.

Fuente: Giovanna Culqui

Se puede observar que todos los parámetros cumplen con la norma TULSMA a la entrada del agua residual, de la misma forma, los valores guardan relación pues no existen grandes diferencias entre los resultados obtenidos.

En la tabla 39, se presentan los resultados de los análisis del efluente de la PTAR, contando con los mismos parámetros y resultados de las 3 muestras mencionadas en el afluente de la misma.

Parámetros	Unidades	Muestra 1*	Muestra 2**	Muestra 3***	Límite Máximo TULSMA	Cumplimiento
pH	-	7,08	7,70	7,25	6 – 9	SI
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	16	26	19	200	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg O ₂ /L	13	16	8	100	SI
Sólidos Suspendedos	mg/L	10	< 30	< 30	130	SI
Sólidos Totales	mg/L	130	156	127	1600	SI

*Datos del análisis realizado en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.

**Datos del análisis del Laboratorio ANAVANLAB con fecha 13 de julio de 2022.

*** Datos del análisis del Laboratorio ANAVANLAB con fecha 30 de noviembre de 2022.

Tabla 39: Resultados del análisis del efluente del agua residual.

Fuente: Giovanna Culqui

Como era de esperarse, los resultados cumplen con los límites permisibles en la norma TULSMA 2015 y, además, se puede notar un mejoramiento en la entrada y salida de las tres muestras.

A continuación, en la tabla 40 se presentan los resultados obtenidos de las muestras compuestas del afluente y efluente de la PTAR, los mismos se enviaron al Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo, obteniendo los siguientes resultados:

Parámetros	Unidades	Afluente	Efluente	Límite Máximo TULSMA	Cumplimiento
pH	-	7,98	7,90	6 – 9	SI
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	246	83	200	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg O ₂ /L	176	51	100	SI
Sólidos Suspendidos	mg/L	154	68	130	SI
Sólidos Totales	mg/L	524	402	1600	SI

Tabla 40: Resultados del análisis de las muestras compuestas del agua residual.

Fuente: Giovanna Culqui

Se puede observar un incremento en los resultados de los análisis de ambas muestras; sin embargo, siguen cumpliendo con los límites de la norma TULSMA 2015, corroborando que la planta está depurando eficientemente las aguas residuales.

A pesar que los valores obtenidos incrementaron, siguen siendo muy bajos en comparación con el número de habitantes que sirve la PTAR, por tal motivo se calcula el caudal del alcantarillado con el fin de conocer si existe o no alguna infiltración que está ocasionando que el agua residual se combine con agua de riego o agua potable, provocando una disminución en los parámetros de estudio.

3.1.3.1. Caudal del alcantarillado

Para obtener el caudal del alcantarillado actual, se toma en consideración los siguientes datos:

Datos	Nomenclatura	Valor	Unidad
Población actual	Pa	600	hab
Dotación de agua potable	Da	75	(lts/hab*día)
Coefficiente de retorno	R	0.75	-
Factor de mayoración	KMD	3	-

Tabla 41: Resumen de datos para el cálculo del caudal del alcantarillado.

Fuente: Giovanna Culqui

- Dotación de agua potable

La dotación de agua potable para cada habitante es de $75 \frac{lts}{hab*día}$, valor que se obtiene del Código Ecuatoriano de la Construcción, Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural [36]. El valor se muestra en la tabla 43, la cual hace referencia a las dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio, los mismos que se muestran en la tabla 42.

Nivel	Sistema	Descripción
0	AP EE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
la	AP EE	Grifos públicos. Letrinas sin arrastre de agua.
lb	AP AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas sin arrastre de agua.
lla	AP EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa. Letrinas con o sin arrastre de agua.
llb	AP ERL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Sistema de alcantarillado sanitario.
Simbología utilizada: AP: Agua Potable EE: Eliminación de Excretas ERL: Eliminación de Residuos Sólidos		

Tabla 42: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

Fuente: CPE INEN 5, Parte 9.2-1 Zona rural [36]

Nivel de Servicio	Clima Frío (lts/hab*día)	Clima Cálido (lts/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

Tabla 43: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

Fuente: CPE INEN 5, Parte 9.2-1 Zona rural [36].

Se considera el valor de $75 \frac{lts}{hab*día}$, debido a que los hogares tienen un nivel de servicio de llb, ya que cuentan con conexiones domiciliarias con más de un grifo y sistema de alcantarillado.

- **Coefficiente de retorno**

El coeficiente de retorno se obtiene de la Norma EMAAP-Q y se puede observar en la tabla 44.

Nivel de complejidad del sistema	Coefficientes de retorno
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

Tabla 44: Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas.

Fuente: Norma EMAAP-Q [37].

El sistema de alcantarillado tiene un nivel de complejidad medio, por lo tanto, se toma un coeficiente promedio de 0.75.

- **Factor de mayoración**

El factor de mayoración máximo horario (KMD) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio, según el Código Ecuatoriano de la Construcción, Código de

practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural [36].

- **Caudal medio diario (Qmd)**

$$Q_{md} = \frac{Da * Pa}{86400 \text{ lts/seg}}$$

$$Q_{md} = \frac{75 \frac{\text{lts}}{\text{hab} * \text{día}} * 600 \text{ hab}}{86400 \text{ lts/seg}}$$

$$Q_{md} = 0.5208 \text{ lts/seg}$$

- **Caudal medio diario doméstico sanitario (Qmds)**

$$Q_{mds} = R * Q_{md}$$

$$Q_{mds} = 0.75 * 0.5208 \frac{\text{lts}}{\text{seg}}$$

$$Q_{mds} = 0.3906 \text{ lts/seg}$$

- **Caudal máximo horario sanitario (QMH)**

$$Q_{MH} = KMD * Q_{mds}$$

$$Q_{MH} = 3 * 0.3906 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{MH} = 1.1719 \text{ lts/seg}$$

- **Caudal de conexiones erradas (Qce)**

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

$$Q_{ce} = 0.1 * 1.1719 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{ce} = 0.1172 \text{ lts/seg}$$

- **Caudal del alcantarillado (Qa)**

$$Q_a = Q_{MH} + Q_{ce}$$

$$Q_a = 1.1719 \text{ lts/seg} + 0.1172 \text{ lts/seg}$$

$$Q_a = 1.29 \text{ lts/seg}$$

Como se puede observar el caudal del alcantarillado es mucho menor al caudal máximo horario de ingreso de la PTAR, por lo que se corrobora que existe una infiltración de agua potable en algún punto del sistema de alcantarillado, por tal motivo, se presentará una medida en el plan de operación y mantenimiento, recomendando al Municipio de Píllaro, dar seguimiento a la red de alcantarillado.

3.1.3.2.Eficiencia del tratamiento

La eficiencia del tratamiento se determina en el DQO y DBO₅ tanto para la muestra simple como para la muestra compuesta con la ecuación 1.

- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Muestra Simple

$$E = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

$$E = \frac{56 - 16}{56} * 100$$

$$E = 71.43\%$$

Muestra Compuesta

$$E = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

$$E = \frac{246 - 83}{246} * 100$$

$$E = 66.26\%$$

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Muestra Simple

$$E = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

$$E = \frac{54 - 13}{54} * 100$$

$$E = 75.93\%$$

Muestra Compuesta

$$E = \frac{Co - Cf}{Co} * 100$$

$$E = \frac{176 - 51}{176} * 100$$

$$E = 71.02\%$$

3.1.3.3.Remoción de sólidos

La remoción de sólidos se calcula para los suspendidos y totales de ambas muestras de igual forma.

- Sólidos Suspendidos

Muestra Simple

$$E = \frac{Co - Cf}{Co} * 100$$

$$E = \frac{29 - 10}{29} * 100$$

$$E = 65.52\%$$

Muestra Compuesta

$$E = \frac{Co - Cf}{Co} * 100$$

$$E = \frac{154 - 68}{154} * 100$$

$$E = 55.84\%$$

- Sólidos Totales

Muestra Simple

$$E = \frac{Co - Cf}{Co} * 100$$

$$E = \frac{172 - 130}{172} * 100$$

$$E = 24.42\%$$

Muestra Compuesta

$$E = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

$$E = \frac{524 - 402}{524} * 100$$

$$E = 23.28\%$$

En la figura 21 se puede observar la eficiencia de remoción de los parámetros analizados, en donde el DQO, DBO₅ y sólidos suspendidos son los que mayor porcentaje de eficiencia tienen, aunque todos presentan una disminución en sus valores.

Haciendo un enfoque general, la PTAR remueve la contaminación del agua eficientemente; sin embargo, es necesario verificar las condiciones actuales de cada proceso unitario para verificar el diseño de las mismas.

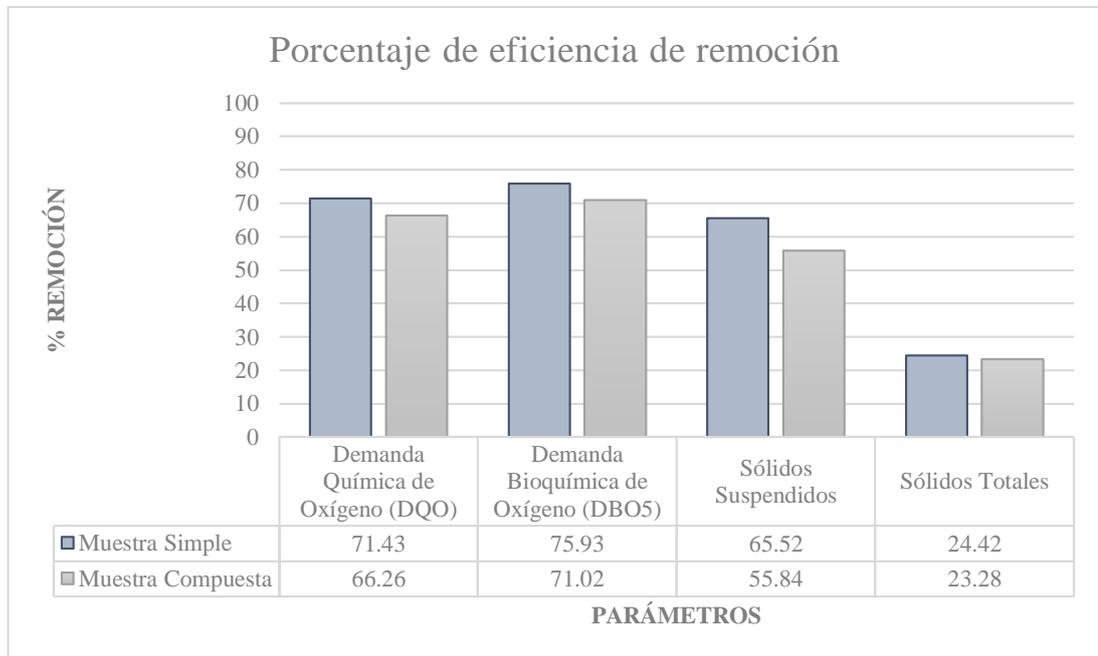


Figura 21: Porcentaje de eficiencia de remoción.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.4. Dimensionamiento de los procesos unitarios de la PTAR

En la figura 12 se presenta el diagrama con cada uno de los procesos unitarios que conforma la planta de tratamiento de aguas residuales de Tres Esquinas.

3.1.4.1. Tanque repartidor de caudales

El tanque repartidor de caudales corresponde al proceso preliminar de la PTAR, recibe de forma directa las aguas servidas del sector Tres Esquinas. Es una estructura de hormigón armado rectangular, el agua ingresa por una tubería de 200 mm de diámetro y cuenta con dos salidas a 90° y con un diámetro de tubería de 160 mm (figura 22). La primera salida se encuentra en la misma dirección de la tubería de entrada y mediante una válvula de compuerta dirige el agua hacia el tanque séptico, mientras que la segunda se ubica perpendicularmente y mediante un Bypass de tubería de PVC conecta de forma directa a la descarga que dirige el flujo hacia el río Cutuchi.

A continuación, se presenta las medidas de esta unidad con su diseño en vista de planta y lateral (Tabla 45).

Tanque Repartidor de Caudales		
Medida	Dimensión	Unidad
Largo	1.75	m
Ancho	1.40	m
Altura total del tanque	1.50	m
Altura de la grada	0.30	m
Espesor de la pared	0.15	m

Tabla 45: Dimensiones del tanque repartidor de la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES

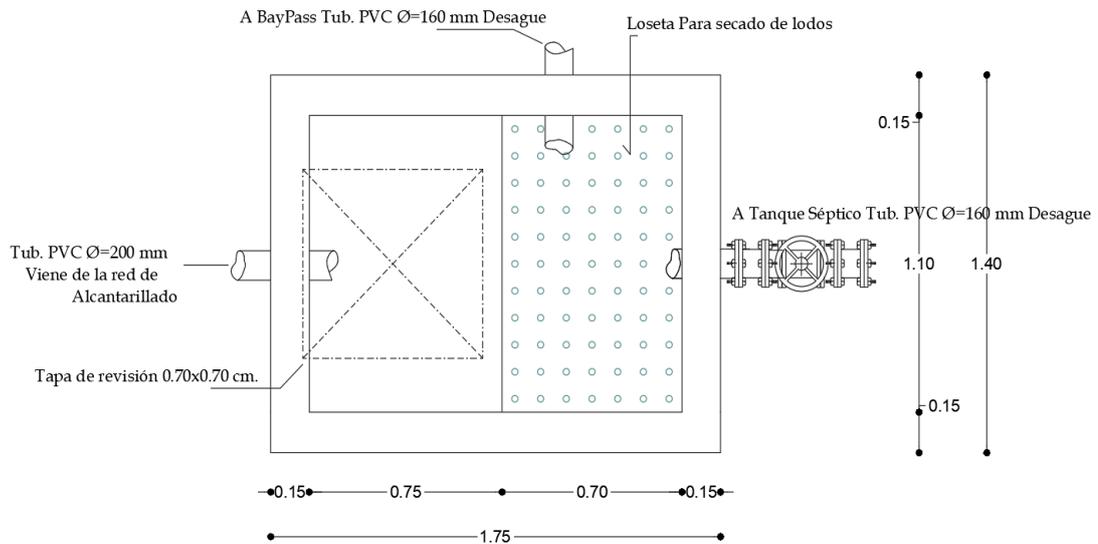


Figura 22: Vista en planta del tanque repartidor.

Fuente: Giovanna Culqui

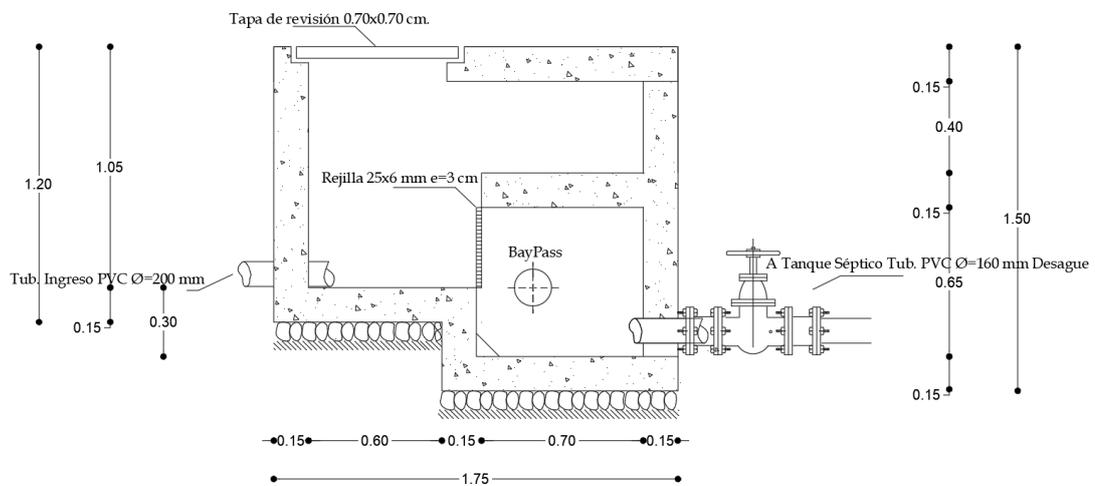


Figura 23: Vista en corte lateral del tanque repartidor.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.4.2. Tanque Séptico

El tanque séptico recibe el agua residual que proviene del tanque repartidor mediante una tubería de PVC de 160 mm recubierta de hormigón. Es una estructura de hormigón armado, en donde el tanque está dividido en dos cámaras internas en serie, la primera tiene una tubería de 160 mm de salida al lecho de secado de lodos y la segunda tiene

dos salidas con tuberías de la misma dimensión, una al lecho de secado de lodos y la otra hacia el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

A continuación, se presenta las medidas de esta unidad con su diseño en vista de planta y lateral.

Tanque Séptico		
Medida	Dimensión	Unidad
Largo	7.60	m
Ancho	3.00	m
Altura total del tanque	2.70	m
Espesor de la pared	0.20	m

Tabla 46: Dimensiones del tanque séptico de la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

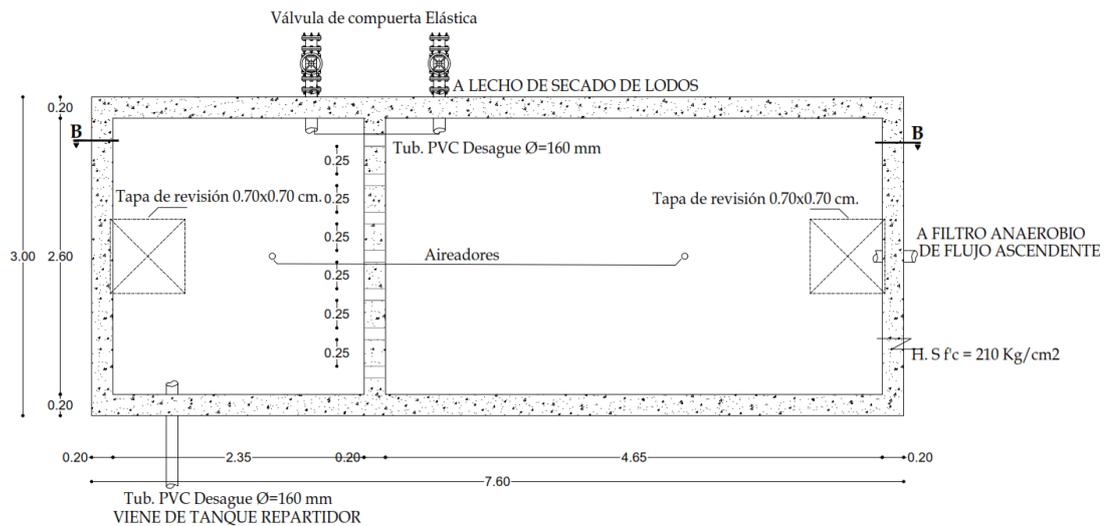


Figura 24: Vista en planta del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

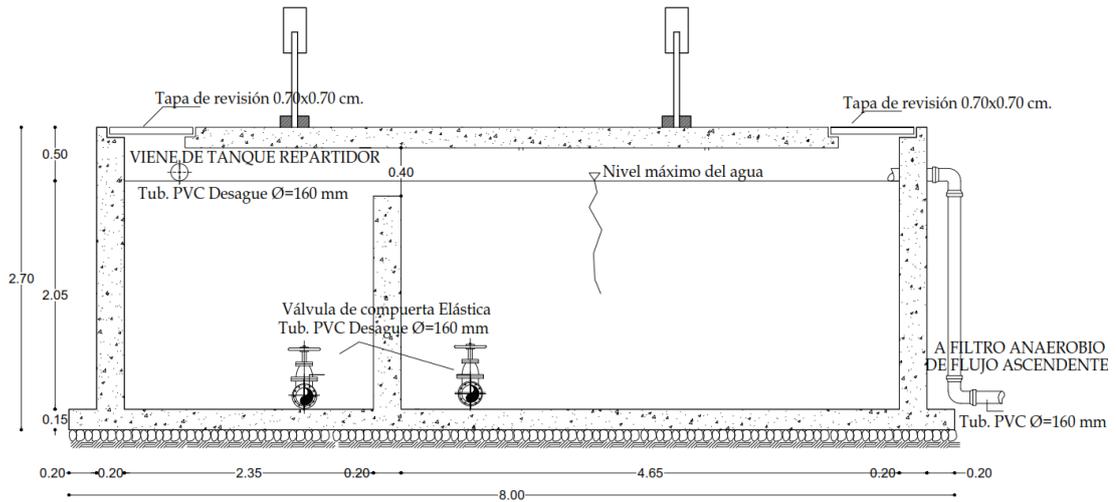


Figura 25: Vista en corte lateral del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.4.3. Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)

La planta cuenta con un filtro biológico correspondiente a un tratamiento secundario, constituido por un tanque de hormigón armado de geometría circular sin cubierta, de un volumen aproximado de 53 m^3 . En su interior posee material pétreo, es decir, ripio de diferente tamaño, el cual cumple la función de material filtrante. El agua sale a través de una tubería de 160 mm de diámetro, es el último proceso por lo que el agua se dirige hacia el pozo de salida.

A continuación, se presenta las medidas de esta unidad con su diseño en vista de planta y lateral.

Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)		
Medida	Dimensión	Unidad
Diámetro	5.66	m
Diámetro útil	5.50	m
Altura total del tanque	2.40	m
Espesor de la pared	0.08	m

Tabla 47: Dimensiones del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Fuente: Giovanna Culqui

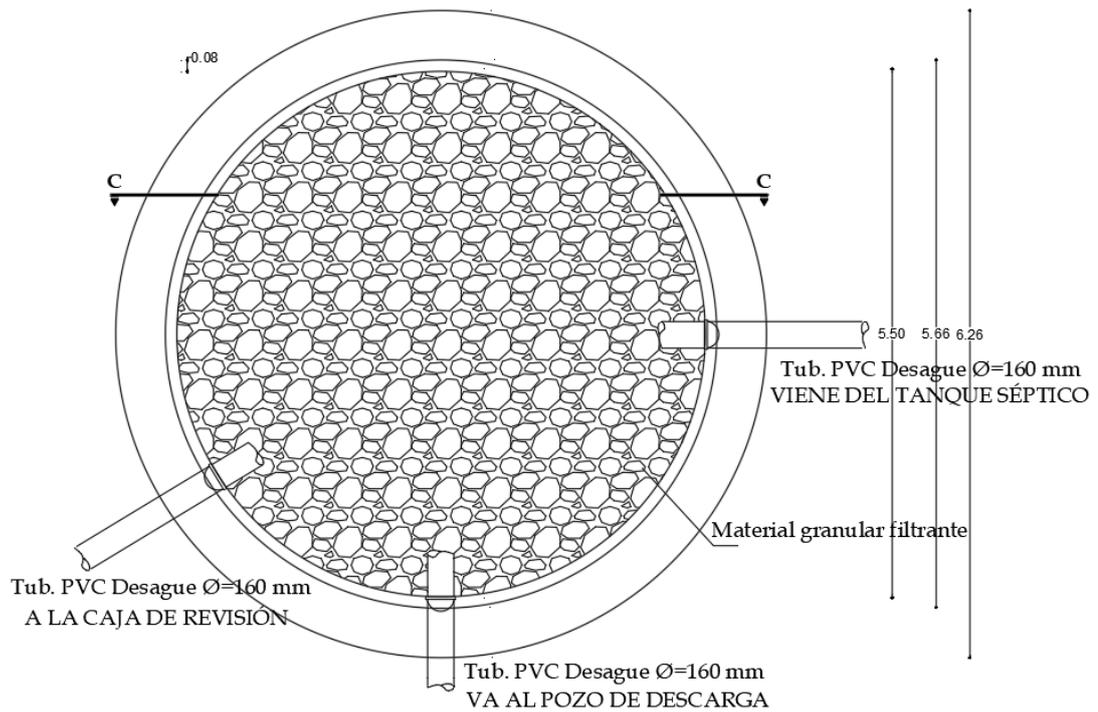


Figura 26: Vista en planta del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Fuente: Giovanna Culqui

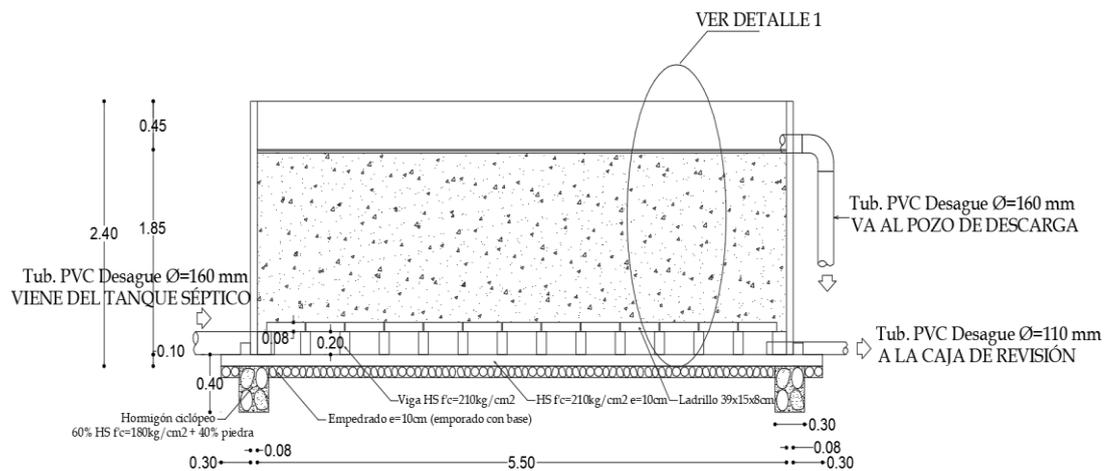


Figura 27: Vista en corte lateral del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.4.4. Lecho de secado de lodos

Esta unidad de forma rectangular es de hormigón armado y consta de dos tuberías de ingreso de 160 mm de diámetro, recibe los lodos provenientes de la fosa séptica.

A continuación, se presenta las medidas de esta unidad con su diseño en vista de planta y lateral.

Lecho de secado de lodos		
Medida	Dimensión	Unidad
Largo	5.00	m
Ancho	3.00	m
Altura total	1.90	m
Espesor de la pared	0.20	m

Tabla 48: Dimensiones del lecho de secado de lodos.

Fuente: Giovanna Culqui

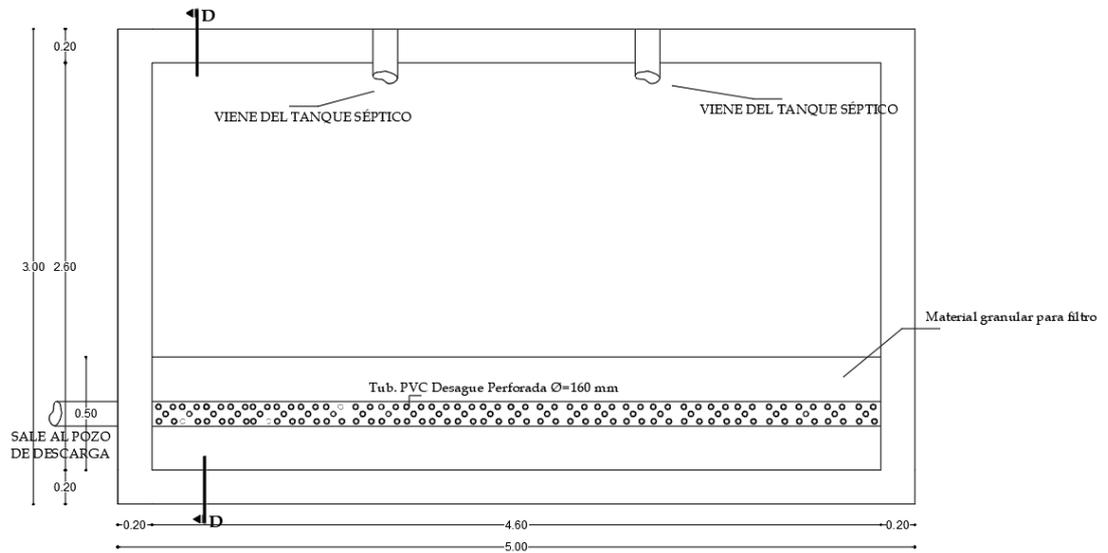


Figura 28: Vista en planta del lecho de secado de lodos.

Fuente: Giovanna Culqui

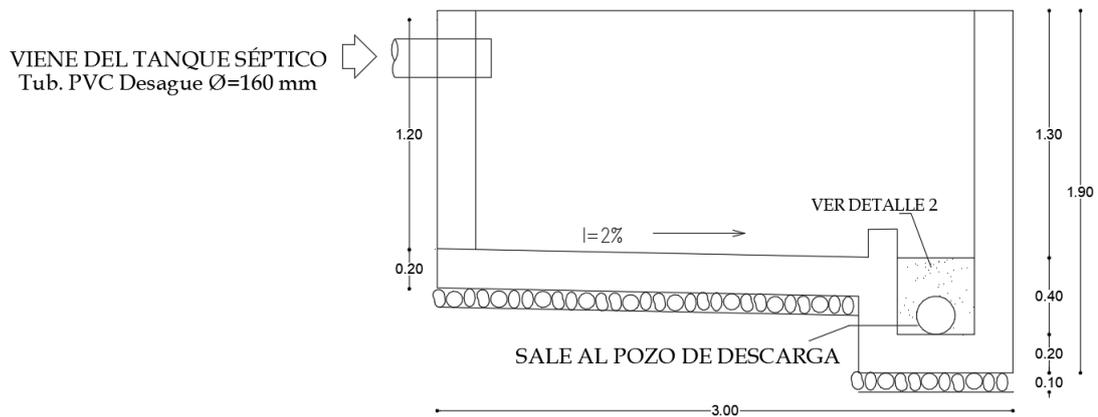


Figura 29: Vista en corte lateral del lecho de secado de lodos.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.5. Diagnóstico de funcionamiento teórico actual de la PTAR

El caudal que se utiliza para evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas, es el caudal máximo horario crudo, es decir el valor calculado con las mediciones hechas en los 30 días.

$$Q_{mh} = 2.40 \frac{lbs}{seg}$$

3.1.5.1. Diagnóstico del tanque repartidor de caudales

La principal función de esta unidad es retener los residuos sólidos de gran tamaño, como: piedras, troncos, pedazos de madera, botellas de plástico y en general basura voluminosa acarreada por el sistema de alcantarillado [38], y así evitar el ingreso de los mismos a la PTAR. El tanque originalmente cuenta con una rejilla y un desarenador, la rejilla está rota, pero de alguna forma ayuda a retener los residuos sólidos, por lo que este componente si está aportando en el proceso de depuración del agua servida.

Debido a que el caudal máximo es relativamente pequeño y la estructura de la misma forma es pequeña, se emplea un cribado manual. Este sistema se emplea en niveles de complejidad bajo, en donde los caudales se encuentran en un rango de 5 a 15 lbs/seg, y en este caso al ser el caudal incluso menor a 5 lbs/seg, es una opción viable en términos de construcción, instalación, operación y mantenimiento, ya que representan costos menores a diferencia de que se utilizara un cribado mecánico [38].

Por otro lado, el manual de la CONAGUA menciona que las rejillas de limpieza manual deben estar colocadas de 45 a 60° con respecto a la horizontal, para facilitar la extracción de la basura y reducir la tendencia a obstrucciones [25], en el caso de la PTAR, la rejilla se encuentra colocada a 90°, no significa un problema; sin embargo, resulta difícil la limpieza del mismo.

PTAR TRES ESQUINAS			
CONAGUA 2019			
Tanque repartidor de caudales			
Parámetro de diseño	Datos norma	Datos reales	Cumplimiento
Tipo de cribado	Manual	Manual	Si
Inclinación de la rejilla	45 a 60°	90°	No
Profundidad del tanque (m)	1.2 a 1.8	1.5	Si
Largo del tanque (m)	1.5 a 2	1.75	Si
Ancho del tanque (m)	1 a 1.5	1.4	Si

Tabla 49: Comparación de los valores para el tanque repartidor de caudales.

Fuente: Giovanna Culqui.

Como se puede observar en la tabla 44, el tanque repartidor de caudales cumple con las medidas de acuerdo al manual de la CONAGUA; sin embargo, la rejilla se debe colocar a 45° para mejorar la limpieza. Esto se realizará en la propuesta de mejora de la PTAR.

3.1.5.2. Diagnóstico del tanque séptico

El diagnóstico de la fosa séptica se realiza en base a las estipulaciones dadas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, Título E, el cual abarca el Tratamiento de aguas residuales [26].

Según el Informe Técnico para la Determinación de la Eficiencia Hidráulica de la PTAR de Tres Esquinas [39], menciona que el sector Tres Esquinas está compuesto por 150 usuarios del sistema de alcantarillado. En cuanto al número de personas por hogar, según la INEC [40] menciona que, para la parroquia Presidente Urbina, el promedio de personas es de 3.36 habitantes, lo que se redondea a 4 personas por hogar, por lo que la población servida del sector es de 600 habitantes.

Adicionalmente, la dotación de agua potable para cada habitante es de $75 \frac{lbs}{hab*día}$, valor que se obtiene de la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, Norma CO 10.7 – 602 [41]. El valor se muestra en la tabla 51, la cual hace referencia a las dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio, los mismos que se muestran en la tabla 50.

Nivel	Sistema	Descripción
0	AP EE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
la	AP EE	Grifos públicos. Letrinas sin arrastre de agua.
lb	AP AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas sin arrastre de agua.
lla	AP EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa. Letrinas con o sin arrastre de agua.
llb	AP ERL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Sistema de alcantarillado sanitario.
Simbología utilizada: AP: Agua Potable EE: Eliminación de Excretas ERL: Eliminación de Residuos Sólidos		

Tabla 50: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

Fuente: Norma CO 10.7 – 602 [41].

Nivel de Servicio	Clima Frío (lbs/hab*día)	Clima Cálido (lbs/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85

IIb	75	100
-----	----	-----

Tabla 51: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

Fuente: Norma CO 10.7 – 602 [41].

Se considera el valor de $75 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} \cdot \text{día}}$, debido a que los hogares tienen un nivel de servicio de IIb, ya que cuentan con conexiones domiciliarias con más de un grifo y sistema de alcantarillado. El sector de estudio tiene una temperatura media anual de 11° C a 13°C, por lo que el clima es frío.

- **Funcionamiento actual del tanque séptico**

A. Volumen actual de agua del tanque séptico (m³).

$$V_{actual} = l * b * h$$

Donde:

$$l = \text{Largo} = 7.60 \text{ m}$$

$$b = \text{Ancho} = 3.00 \text{ m}$$

$$h = \text{Altura} = 2.70 \text{ m}$$

$$V_{actual} = 7.60 \text{ m} * 3.00 \text{ m} * 2.70 \text{ m}$$

$$V_{actual} = 61.56 \text{ m}^3$$

B. Volumen útil actual del tanque séptico (m³).

$$V_{\text{útil actual}} = l * b * h$$

Donde:

$$l = \text{Largo interno} = 7.20 \text{ m}$$

$$b = \text{Ancho} = 2.60 \text{ m}$$

$$h = \text{Altura} = 2.35 \text{ m}$$

$$V_{\text{útil actual}} = 7.20 \text{ m} * 2.60 \text{ m} * 2.35 \text{ m}$$

$$V_{\text{útil actual}} = 43.99 \text{ m}^3$$

- **Funcionamiento teórico del tanque séptico**

A) Contribución de aguas residuales por contribuyente

Para obtener dicho valor se requiere la dotación de agua potable por cada habitante para su uso diario y el coeficiente de retorno, este valor es adimensional y se obtiene de la Norma RAS, Título D, Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias [42], la contribución se calcula de la siguiente manera:

$$q = C_r * D_a$$

Donde:

$$C_r = \text{Coeficiente de retorno} = 0.80$$

Nivel de Complejidad del Sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y Medio	0.80
Medio Alto y Alto	0.85

Tabla 52: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.

Fuente: Norma RAS Título D, Tabla D.3.1. [42]

$$D_a = \text{Dotación actual} = 75 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$q = 0.80 * 75 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$q = 60 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}}$$

B) Tiempo de retención del tanque séptico

De acuerdo a la norma RAS 2000, para obtener el tiempo de retención es necesario calcular la contribución diaria y para aquello se relaciona la contribución de aguas residuales con el número de habitantes.

- Contribución diaria

$$L = q * \#hab$$

Donde:

$$q = \text{Contribución de aguas residuales} = 60 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$\#hab = \text{habitantes} = 600$$

$$L = 60 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}} * 600 \text{ hab}$$

$$L = 36000 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}$$

El valor calculado se compara con la tabla 48, para así obtener el tiempo de retención.

Contribución Diaria (L)	Tiempo de Retención (T)	
	días	horas
Hasta 1500	1.00	24
De 1501 a 3000	0.92	22
De 3001 a 4500	0.83	20
De 4501 a 6000	0.75	18
De 6001 a 7500	0.67	16
De 7501 a 9000	0.58	14
Más de 9000	0.50	12

Tabla 53: Tiempos de retención.

Fuente: Norma RAS Título E, Tabla E.7.2. [26]

Debido a que la contribución diaria es mayor a $9000 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}$, el tiempo de retención (T) es de 0.5 días, es decir, 12 horas.

C) Tasa de acumulación de lodos dirigidos

Según la Norma RAS, este valor depende de la temperatura y el intervalo de limpieza del tanque séptico. Como ya se mencionó anteriormente, la temperatura media anual del sector Tres Esquinas oscila entre 11° C y 13°C y el intervalo mínimo de limpieza del tanque es de 1 año, por lo que se obtiene un valor de $K = 65$, tal como se muestra en la tabla 54.

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo de temperatura ambiente (t) en °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Tabla 54: Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.

Fuente: Norma RAS Título E, Tabla E.7.3. [26]

D) Volumen teórico útil del tanque séptico

$$V_u = 1000 + N(qT + KL_f)$$

Donde:

$$N = \text{Habitantes} = 600 \text{ hab}$$

$$q = \text{Contribución de aguas residuales} = 60 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$T = \text{Tiempo de retención} = 0.5 \text{ días}$$

$$K = \text{Tasa de acumulación de lodos dirigidos} = 65 \text{ días}$$

$$L_f = \text{Lodo fresco} = 1 \frac{\text{lb}}{\text{hab} * \text{día}}, \text{ según la Norma RAS Título E, Tabla E. 7.1.}$$

$$V_u = 1000 + 600 \text{ hab} \left(\left(60 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}} * 0.5 \text{ días} \right) + \left(65 \text{ días} * 1 \frac{\text{lb}}{\text{hab} * \text{día}} \right) \right)$$

$$V_u = 58000 \text{ lbs}$$

$$V_u = 58.00 \text{ m}^3$$

Comparando el volumen útil actual y el volumen teórico del tanque séptico según la Norma RAS, se observa que el tanque séptico no cumple con el volumen mínimo de abastecimiento para la actual demanda, por lo que es necesario realizar un redimensionamiento con el fin de cumplir con las medidas óptimas y así conseguir dar

abasto al caudal de ingreso actual de las aguas residuales. En la tabla 50 se presenta un resumen de los valores calculados del tanque séptico.

PTAR TRES ESQUINAS			
RAS 2000			
Tanque Séptico			
DATOS			
Parámetros de diseño	Valores obtenidos	Parámetros de diseño	Valores obtenidos
Largo total (m)	7.60	Contribución de aguas residuales $\left(\frac{lbs}{hab*día}\right)$	60
Ancho total (m)	3.00	Población actual (hab)	600
Altura total (m)	2.70	Tiempo de retención (días)	0.50
Coefficiente de retorno (%)	80	Contribución de lodo fresco $\left(\frac{lb}{hab*día}\right)$	1
Dotación actual $\left(\frac{lbs}{hab*día}\right)$	75	Acumulación de lodos digeridos (días)	65
RESULTADOS			CUMPLIMIENTO
Volumen actual total (m ³)	61.56	Volumen teórico calculado (m ³)	No cumple, el volumen teórico es mayor que el volumen útil.
Volumen útil actual (m ³)	43.99	58.00	

Tabla 55: Resultados de cálculos del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

3.1.5.3. Diagnóstico del Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)

La evaluación del correcto funcionamiento del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) se realiza en base a la Comisión de Agua Potable (CONAGUA 2015), específicamente en el Manual de agua potable: Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtros anaeróbicos de flujo ascendente [27].

Para ello se necesita el valor de DBO_5 obtenido en el análisis de las aguas residuales hecho en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo.

$$DBO_5 = 54 \text{ mg } O_2/L$$

- Funcionamiento actual del filtro

$$Q_{mh} = 2.40 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 207.36 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$S_o = 0.054 \text{ kg} * DBO_5/\text{m}^3$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario de la PTAR

S_o = Concentración de DBO_5 en el afluente del agua residual

A continuación, se presentan los datos que se usan para el funcionamiento actual del filtro:

H = altura útil del filtro = 2.30 m

b = altura del borde libre = 0.45 m

d = altura del bajo dren = 0.28 m

D_t = Diámetro del filtro = 5.66 m

D_i = Diámetro útil del filtro = 5.50 m

A. Altura del material filtrante (h_{mf})

$$h_{mf} = H - b - d$$

$$h_{mf} = 2.30 \text{ m} - 0.45 \text{ m} - 0.28 \text{ m}$$

$$h_{mf} = 1.57 \text{ m}$$

B. Área superficial del filtro (A_f)

$$A_f = \frac{\pi * D_i^2}{4}$$

$$A_f = \frac{\pi * (5.50 \text{ m})^2}{4}$$

$$A_f = 23.76 \text{ m}^2$$

C. Volumen total actual del material filtrante (V_{mf})

$$V_{mf} = A_f * h_{mf}$$

$$V_{mf} = 23.76 \text{ m}^2 * 1.57 \text{ m}$$

$$V_{mf} = 37.30 \text{ m}^3$$

D. Volumen total útil actual del filtro (V_{tf})

$$V_{tf} = H * A_f$$

$$V_{tf} = 2.30 \text{ m} * 23.76 \text{ m}^2$$

$$V_{tf} = 54.65 \text{ m}^3$$

E. Carga orgánica volumétrica del medio filtrante (COV_{mf} , kg de $\frac{DBO_5}{m^3 * día}$)

$$COV_{mf} = \frac{Q_{mh} * S_o}{V_{mf}}$$

$$COV_{mf} = \frac{207.36 \frac{m^3}{día} * 0.054 \text{ kg} * DBO_5 / m^3}{37.30 \text{ m}^3}$$

$$COV_{mf} = 0.30 \text{ kg de } \frac{DBO_5}{m^3 * día}$$

F. Carga orgánica volumétrica del filtro (COV , kg de $\frac{DBO_5}{m^3 * día}$)

$$COV = \frac{Q_{mh} * S_o}{V_{tf}}$$

$$COV = \frac{207.36 \frac{m^3}{día} * 0.054 \text{ kg} * DBO_5/m^3}{54.65 m^3}$$

$$COV = 0.20 \text{ kg de } \frac{DBO_5}{m^3 * día}$$

G. Tiempo de residencia hidráulica real (*horas*)

$$TRH = \frac{V_{mf}}{Q_{mh}}$$

$$TRH = \frac{37.30 m^3}{207.36 \frac{m^3}{día}}$$

$$TRH = 0.18 \text{ días} = 4.32 \text{ horas}$$

En el Manual de la CONAGUA 2015 se menciona que el diseño del filtro debe emplear un TRH (Tiempo de Retención Hidráulica) de 4 a 10 horas [27]. El TRH real del filtro es de 4.56 horas por lo que, si está cumpliendo con lo estipulado en la norma y la unidad trabaja eficientemente.

H. Eficiencia de remoción (*E, %*)

$$E = 100[1 - 0.87(TRH)^{-0.5}]$$

Donde:

0.87 = *Cofeiciente empírico del sistema* [27]

0.5 = *Coeficiente empírico del medio filtrante* [27]

$$E = 100[1 - 0.87(4.32)^{-0.5}]$$

$$E = 58.14 \%$$

El filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) está funcionando al 58.14 % de su eficiencia.

I. Carga hidráulica superficial (*CHS*)

$$CHS = \frac{Q_{mh}}{A_f}$$

$$CHS = \frac{207.36 \frac{m^3}{día}}{23.76 m^2}$$

$$CHS = 8.72 \frac{m^3}{(m^2 \text{ día})}$$

El manual de la CONAGUA 2015 menciona que la carga superficial hidráulica debe estar entre 6 y 15 $\frac{m^3}{(m^2 \text{ día})}$. Comparando con el valor calculado, la carga superficial hidráulica del FAFA cumple con el rango presentado en la norma.

En la tabla 51, se presenta de forma resumida los datos y los resultados obtenidos con su respectiva comprobación:

PTAR TRES ESQUINAS			
CONAGUA 2015			
Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente			
DATOS			
Parámetros de diseño	Valores obtenidos	Parámetros de diseño	Valores obtenidos
Altura total (m)	2.40	Caudal máximo horario crudo (lts/seg)	207.36
Altura útil (m)	2.30	Concentración de DBO ₅ (kg * DBO ₅ /m ³)	0.054
Altura del borde libre (m)	0.45	Diámetro total	5.66
Altura del bajo dren (m)	0.28	Diámetro útil	5.50
RESULTADOS			
Parámetro de diseño	Rango de valores (Q_{mh}) CONAGUA 2015	Valor real calculado	Cumplimiento
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Si

Altura del medio filtrante (m)	0.8 a 3.0	1.57	Si
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	3 a 6	4.32	Si
Carga hidráulica superficial $\left(\frac{m^3}{m^2 \text{ día}}\right)$	6 a 15	8.72	Si
Carga orgánica volumétrica $\left(kg \frac{DBO_5}{m^3 * día}\right)$	0.15 a 0.50	0.20	Si
Carga orgánica en el medio filtrante $\left(kg \frac{DBO_5}{m^3 * día}\right)$	0.25 a 0.75	0.30	Si

Tabla 56: Comparación de los valores calculados para el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Fuente: Giovanna Culqui.

Los resultados muestran un correcto funcionamiento de la unidad de tratamiento, pues se encuentran dentro de los rangos permitidos por el Manual de agua potable: Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtros anaeróbicos de flujo ascendente. Tomando en cuenta que estos parámetros son fundamentales para el correcto funcionamiento de la misma, se infiere que el filtro depura el agua residual de manera apropiada; sin embargo, en el aspecto físico se requiere de un mantenimiento en las paredes exteriores.

3.1.5.4. Diagnóstico del lecho de secado de lodos

La evaluación del funcionamiento del lecho de secado de lodos se realiza en base del Manual OPS 2005, Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques IMHOFF y lagunas de estabilización [28], con el fin de comprobar si las dimensiones son adecuadas para el correcto funcionamiento.

- Funcionamiento actual del lecho de secado de lodos

$$Q_{mh} = 2.40 \frac{lbs}{seg}$$

$$SS = 29 \frac{mg}{lbs}$$

$$\rho_{\text{lodos}} = 1.04 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario de la PTAR

SS = Sólidos suspendidos en el afluente del agua residual

ρ_{lodos} = Densidad de lodos, Norma OPS

A. Porcentaje de sólidos presentes en el lodo

Según la guía de diseño, el porcentaje esta entre 8 y 12 %, para ello se toma un valor promedio. [28]

$$\% \text{ sólidos} = 10 \%$$

B. Profundidad de aplicación

En la norma OPS menciona que este valor va entre 0.20 a 0.40, de la misma forma se toma un valor promedio para los cálculos correspondientes.

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

C. Tiempo de digestión de lodos

La norma en estudio presenta una tabla del tiempo requerido para la digestión de lodos en función de la temperatura. La parroquia de Presidente Urbina tiene una temperatura media anual de 11 a 13°C, por lo tanto, se toma un valor promedio de 12°C.

Temperatura (°C)	Tiempo de digestión (Días)
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Tabla 57: Tiempo requerido para la digestión de lodos.

Fuente: Norma OPS 2005, Tabla 2 [28].

Como la temperatura obtenida no cuenta con un tiempo específico, se realiza una interpolación, para obtener el tiempo en días para 12°C, dando un valor de:

$$T_d = 67.6 \text{ días} \approx 68 \text{ días}$$

A. Cargas de sólidos que ingresan al sedimentador $(C, \text{kg de } \frac{SS}{\text{día}})$

$$C = Q_{mh} * SS * 0.0864$$

$$C = 2.40 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}} * 29 \frac{\text{mg SS}}{\text{lbs}} * 0.0864 \frac{\text{s} * \text{kg}}{\text{mg} * \text{día}}$$

$$C = 6.01 \text{ kg de } \frac{SS}{\text{día}}$$

B. Masa de sólidos que conforman los lodos $M_{sd}, \text{kg de } \frac{SS}{\text{día}}$

$$M_{sd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

$$M_{sd} = \left(0.5 * 0.7 * 0.5 * 6.01 \text{ kg de } \frac{SS}{\text{día}} \right) + \left(0.5 * 0.3 * 6.01 \text{ kg de } \frac{SS}{\text{día}} \right)$$

$$M_{sd} = 1.95 \text{ kg de } \frac{SS}{\text{día}}$$

C. Volumen diario de lodos digeridos $(V_{ld}, \frac{\text{lbs}}{\text{día}})$

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\rho_{lodo} * \frac{\% \text{ de sólidos}}{100}}$$

$$V_{ld} = \frac{1.95 \text{ kg de } \frac{SS}{\text{día}}}{1.04 \frac{\text{kg}}{\text{lbs}} * \frac{10}{100}}$$

$$V_{ld} = 18.75 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}$$

D. Volumen de lodos a extraerse del tanque (V_{el}, m^3)

$$V_{el} = \frac{V_{ld} * T_d}{1000}$$

$$V_{el} = \frac{18.75 \frac{\text{lbs}}{\text{día}} * 68 \text{ días}}{1000}$$

$$V_{el} = 1.27 \text{ m}^3$$

E. Área del lecho de secado (A_{ls}, m^3)

$$A_{ls} = \frac{V_{el}}{H_a}$$

$$A_{ls} = \frac{1.27 \text{ m}^3}{0.30 \text{ m}}$$

$$A_{ls} = 4.25 \text{ m}^2$$

F. Área actual del lecho de secado de lodos (A_a, m^2)

$$A_a = b * a$$

Donde:

$b = \text{Largo útil del lecho de secado de lodos} = 4.60 \text{ m}$

$a = \text{Ancho útil del lecho de secado de lodos} = 2.60 \text{ m}$

$$A_a = 4.60 \text{ m} * 2.60 \text{ m}$$

$$A_a = 11.96 \text{ m}^2$$

Los resultados calculados muestran que el componente en estudio cumple con las dimensiones mínimas para que realice la correcta deshidratación de los desechos generados en el tanque séptico, incluso se encuentra sobredimensionado, debido al valor del área útil mayor al teórico. Adicionalmente, la OPS recomienda un rango de 3 a 6 m para el ancho del lecho de secado de lodos, y el mismo tiene un ancho total de 3 m, valor que cumple con la norma. Los datos resumidos se presentan en la tabla 58.

PTAR TRES ESQUINAS				
MANUAL OPS 2005				
Lecho de secado de lodos				
DATOS				
Parámetros de diseño	Valores obtenidos	Parámetros de diseño	Valores obtenidos	
Largo total útil (m)	4.60	Densidad de lodos OPS (kg/lts)	1.04	
Ancho total útil (m)	2.60	% de sólidos contenidos en el lodo (%)	10	
Altura total (m)	1.90	Tiempo de digestión (días)	68	
Caudal de diseño (lts/seg)	2.40	Temperatura Presidente Urbina (°C)	12	
Sólidos suspendidos en agua residual cruda ($\frac{mg}{lts}$)	29	Profundidad de aplicación (m)	0.30	
Carga de sólidos que ingresan al sedimentador ($kg\ de\ \frac{SS}{día}$)	6.01	Masa de sólidos que conforman los lodos ($kg\ de\ \frac{SS}{día}$)	1.95	
Volumen diario de lodos digeridos (lts/día)	18.75	Volumen de lodos a extraerse del tanque (m^3)	1.27	
RESULTADOS			CUMPLIMIENTO	
Área actual (m^2)	11.96	Área teórica calculada (m^2)	4.25	Si, incluso se encuentra sobredimensionado.

Tabla 58: Resultados de cálculos del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

3.2.Verificación de Hipótesis

La planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas está en funcionamiento en la actualidad; a pesar de haber sido construida el año 2010, sus componentes están cumpliendo con su función de reducir la contaminación presente en las aguas residuales, lo cual se puede verificar en la figura 21. También, se puede destacar que, a pesar de que los valores de la muestra compuesta hayan aumentado, siguen cumpliendo con los límites permisibles establecidos en la norma TULSMA 2015 y, aun así, la PTAR depura el agua residual con valores mucho menores.

En cuanto al dimensionamiento con las diferentes normativas empleadas; el tanque repartidor de caudales, el filtro anaerobio de flujo ascendente y el lecho de secado de lodos cumplen con los valores calculados; sin embargo, el tanque séptico requiere de un redimensionamiento al no cumplir con las medidas mínimas establecidas. Tomando en consideración lo analizado anteriormente y haciendo un enfoque general, se logró verificar la hipótesis positiva de trabajo, donde se indica que: la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua está funcionando adecuadamente en sus condiciones actuales, tal como se muestra en la tabla 59. Aunque se haya probado que la planta está operando adecuadamente, se debe recalcar la falta de mantenimiento y limpieza en cada una de sus unidades, por tal motivo se realiza un plan de manejo de operación y mantenimiento de la misma.

Componentes PTAR	Funcionamiento actual	Cumplimiento hidráulico	Cumplimiento físico
Tanque repartidor de caudales	Es una estructura pequeña que cuenta con una rejilla y un desarenador, por lo que retiene los residuos sólidos de gran tamaño, funciona como proceso preliminar	Parcialmente, la rejilla no está colocada correctamente.	Parcialmente, se presentan fisuras en las paredes exteriores de la estructura.

	del tren de tratamiento.		
Tanque séptico	Este componente cuenta con dos cajas de revisión, un compartimento en serie y dos ductos de aireación.	No, el volumen útil actual de 43.99 m ³ , el cual es menor al volumen teórico calculado de 58.00 m ³ , por lo que no satisface la demanda actual del agua residual.	Parcialmente, se puede diferenciar un leve estado de deterioro de la estructura.
Filtro anaerobio de flujo ascendente	Esta unidad se encuentra sobredimensionada, lo cual es favorable sobre todo para el incremento poblacional que se genere en la zona.	Si, cumple con todos los parámetros de estudio, según la CONAGUA 2015.	Parcialmente, se encuentra limpio y sin material vegetal ni basura, pero se pudo notar un leve deterioro en las paredes exteriores del filtro.
Lecho de secado de lodos	Este componente prácticamente casi triplica en el dimensionamiento teórico y se encuentra funcionando parcialmente.	Si, presenta un área de 11.96 m ² , el cual es superior al área calculada de 4.08 m ² .	Parcialmente, los lodos del tanque séptico no han sido evacuados hace tiempo, se requiere mantenimiento.

Tabla 59: Funcionamiento actual de la PTAR del sector Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui.

3.3.Propuesta de mejoramiento

El tren de tratamiento se mantendrá de la misma forma que se encuentra en la actualidad, pues los parámetros estudiados en el afluente y efluente de las aguas residuales cumplen con los límites permisibles de la norma TULSMA 2015 y al entrar el agua cumpliendo previamente con estos, significa que en un futuro con el crecimiento poblacional estará cumpliendo de la misma forma.

La propuesta de mejoramiento incluye solamente el rediseño del tanque séptico, ya que fue el único componente que no cumplió con las dimensiones calculadas para el

caudal actual y a pesar de que la diferencia entre el volumen teórico y útil es mínima, presentará problemas en un futuro.

3.3.1. Parámetros previos al rediseño del tanque séptico

Para realizar el rediseño de este componente es necesario obtener la población y dotación futura, con el fin de garantizar un correcto funcionamiento en el futuro.

La Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, Norma CO 10.7 – 602, establece que, el periodo de diseño es de 20 años para obras civiles [41].

3.3.1.1. Población de diseño a futuro de la PTAR

Se toma en consideración la población de la parroquia Presidente Urbina, lugar donde se ubica la PTAR. Para determinar la población futura se utilizó los datos estadísticos presentados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), para los años de 1990, 2001 y 2010, los valores se encuentran en la tabla 55.

Año censal	Mujeres	Hombres	Población (habitantes)
1990	1187	1107	2294
2001	1291	1129	2420
2010	1510	1290	2800

Tabla 60: Población de la Parroquia Presidente Urbina.

Fuente: INEC [43].

Existen varios métodos para obtener la tasa de crecimiento poblacional y población futura; sin embargo, la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, Norma CO 10.7 – 602, sugiere que se emplee el método geométrico [41].

3.3.1.2. Tasa de crecimiento en años (r)

$$r = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Donde:

$P_f =$ Población final

$P_i =$ Población inicial

$t =$ Intervalo de tiempo

Año censal	Población total (habitantes)	Intervalo de tiempo (t, años)	Tasa de crecimiento (r, %)
1990	2294		
		11	0.49
2001	2420		
		9	1.63
2010	2800		

Tabla 61: Tasa de crecimiento.

Fuente: INEC [43].

Promedio de la tasa de crecimiento:

$$r = \frac{0.49 \% + 1.63 \%}{2}$$

$$r = 1.06 \%$$

El valor al ser mayor a 1 %, se toma el calculado para obtener la población futura.

En el numeral 3.1.5.2. se menciona al Informe Técnico para la Determinación de la Eficiencia Hidráulica de la PTAR de Tres Esquinas, donde se referencia que existen al menos 150 usuarios del sistema alcantarillado y en cuanto al número de personas por hogar, según la INEC [40] menciona que, para la parroquia Presidente Urbina, el promedio de personas es de 3.36 habitantes, lo que se redondea a 4 personas por hogar, por lo que la población servida del sector es de 600 habitantes en el 2022.

3.3.1.3. Cálculo de la población futura

$$P_f = P_a * (1 + r)^n$$

$$P_f = 600 * (1 + 1.06)^{20}$$

$$P_f = 741 \text{ habitantes} \approx 750 \text{ habitantes}$$

3.3.1.4. Dotación futura

$$D_f = D_a + 1 \frac{lt}{hab * día} * n$$

Donde:

$$D_a = \text{Dotación actual, Norma CO 10.7 - 602, Tabla 18} = 75 \frac{lbs}{hab * día}$$

$$D_f = 75 \frac{lbs}{hab * día} + 1 \frac{lbs}{hab * día} * 20$$

$$D_f = 95 \frac{lbs}{hab * día}$$

3.3.2. Dimensionamiento del tanque séptico

El dimensionamiento se ejecuta en función del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, Título E, referente al Tratamiento de aguas residuales [26].

3.3.2.1. Contribución de aguas residuales por contribuyente

Se calcula de la misma manera que se realizó en el diagnóstico:

$$q = C_r * D_a$$

Donde:

$$C_r = \text{Coeficiente de retorno} = 0.80$$

Nivel de Complejidad del Sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y Medio	0.80
Medio Alto y Alto	0.85

Tabla 62: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.

Fuente: Norma RAS Título D, Tabla D.3.1. [42]

$$D_a = \text{Dotación actual} = 95 \frac{lbs}{hab * día}$$

$$q = 0.80 * 95 \frac{lbs}{hab * día}$$

$$q = 76 \frac{lbs}{hab * día}$$

3.3.2.2. Tiempo de retención del tanque séptico

De acuerdo a la norma RAS 2000, para obtener el tiempo de retención es necesario calcular la contribución diaria y para aquello se relaciona la contribución de aguas residuales con el número de habitantes.

A. Contribución diaria

$$L = q * \#hab$$

Donde:

$$q = \text{Contribución de aguas residuales} = 76 \frac{lbs}{hab * día}$$

$$\#hab = \text{habitantes} = 750$$

$$L = 76 \frac{lbs}{hab * día} * 750 hab$$

$$L = 57000 \frac{lbs}{día}$$

El valor calculado se compara con la tabla 40, para así obtener el tiempo de retención.

Contribución Diaria (L)	Tiempo de Retención (T)	
	días	horas
Hasta 1500	1.00	24
De 1501 a 3000	0.92	22
De 3001 a 4500	0.83	20
De 4501 a 6000	0.75	18
De 6001 a 7500	0.67	16
De 7501 a 9000	0.58	14
Más de 9000	0.50	12

Tabla 63: Tiempos de retención.

Fuente: Norma RAS Título E, Tabla E.7.2. [26]

Debido a que la contribución diaria es mayor a $9000 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}$, el tiempo de retención (T) es de 0.5 días, es decir, 12 horas.

3.3.2.3. Tasa de acumulación de lodos dirigidos

Según la Norma RAS, este valor depende de la temperatura y el intervalo de limpieza del tanque séptico. Como ya se mencionó anteriormente, la temperatura media anual del sector Tres Esquinas oscila entre 11° C y 13°C y el intervalo mínimo de limpieza del tanque es de 1 año, por lo que se obtiene un valor de $K = 65$, tal como se muestra en la tabla 59.

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo de temperatura ambiente (t) en °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Tabla 64: Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.

Fuente: Norma RAS Título E, Tabla E.7.3. [26]

3.3.2.4. Volumen propuesto del tanque séptico

$$V_u = 1000 + N(qT + KL_f)$$

Donde:

$$N = \text{Habitantes} = 750 \text{ hab}$$

$$q = \text{Contribución de aguas residuales} = 76 \frac{\text{lbs}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$T = \text{Tiempo de retención} = 0.5 \text{ días}$$

$$K = \text{Tasa de acumulación de lodos dirigidos} = 65$$

$L_f = \text{Lodo fresco} = 1 \frac{lt}{\text{día}}$, según la Norma RAS Título E, Tabla E.7.1.

$$V_u = 1000 + 750 \text{ hab} \left(\left(76 \frac{lt}{\text{hab} * \text{día}} * 0.5 \text{ días} \right) + \left(65 * 1 \frac{lt}{\text{día}} \right) \right)$$

$$V_u = 78250 \text{ lts}$$

$$V_u = 78.25 \text{ m}^3$$

3.3.2.5. Área propuesta del tanque séptico

$$A_{ts} = \frac{V_u}{h_{ts}}$$

Donde:

$h_{ts} = \text{altura asumida del tanque séptico} = 3 \text{ m}$

$$A_{ts} = \frac{78.25 \text{ m}^3}{3 \text{ m}}$$

$$A_{ts} = 26.08 \text{ m}^2$$

3.3.2.6. Ancho propuesto para el tanque séptico

El ancho del tanque séptico debe cumplir con la relación largo / ancho entre 2 y 4, según la norma RAS 2000.

$$2 < \frac{l}{b} < 4$$

Se ocupa una relación $r = 3$

$$\frac{l}{b} = 3$$

$$l = 3b$$

$$A_{ts} = l * b$$

$$A_{ts} = 3b * b$$

$$A_{ts} = 3b^2$$

$$b = \sqrt{\frac{A_{ts}}{3}}$$

$$b = \sqrt{\frac{26.08}{3}}$$

$$b = 2.95 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

3.3.2.7. Largo propuesto del tanque séptico de dos compartimientos

$$l = 3b$$

$$l = 3 * 3 \text{ m}$$

$$l = 9 \text{ m}$$

Se verifica la relación, largo / ancho con las medidas propuestas anteriormente.

$$2 < \frac{l}{b} < 4$$

$$2 < \frac{9 \text{ m}}{3 \text{ m}} < 4$$

$$2 < 3 < 4 \therefore \text{Si cumple}$$

3.3.2.8. Largo propuesto del primer compartimiento del tanque séptico

$$l_{c1} = \frac{2}{3} * l$$

$$l_{c1} = \frac{2}{3} * 9 \text{ m}$$

$$l_{c1} = 6 \text{ m}$$

3.3.2.9. Largo propuesto del segundo compartimiento del tanque séptico

$$l_{c2} = \frac{1}{3} * l$$

$$l_{c2} = \frac{1}{3} * 9 \text{ m}$$

$$l_{c2} = 3 \text{ m}$$

A continuación, se presenta una tabla resumida con los valores obtenidos del rediseño del tanque séptico y los respectivos dibujos con vitas en planta y lateral (figuras 30 y 31).

Tanque Séptico		
Medida	Dimensión	Unidad
Largo	9.00	m
Ancho	3.00	m
Altura total del tanque	3.00	m
Espesor de la pared	0.20	m
Espesor de piso	0.15	m
Número de fosas	2	U
Largo 1er compartimiento	6.00	m
Largo 2do compartimiento	3.00	m

Tabla 65: Dimensiones propuestas del tanque séptico de la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui

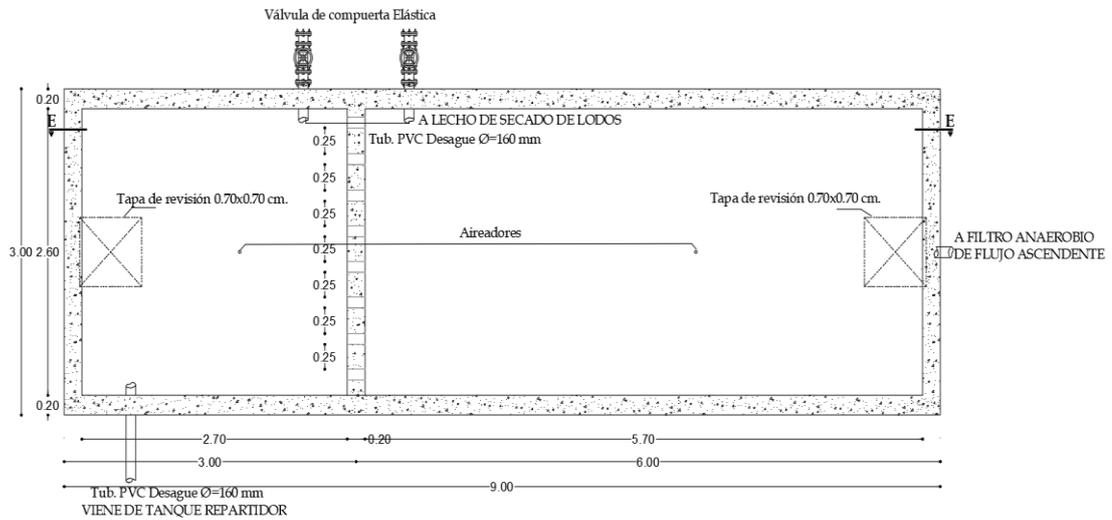


Figura 30: Vista en planta del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

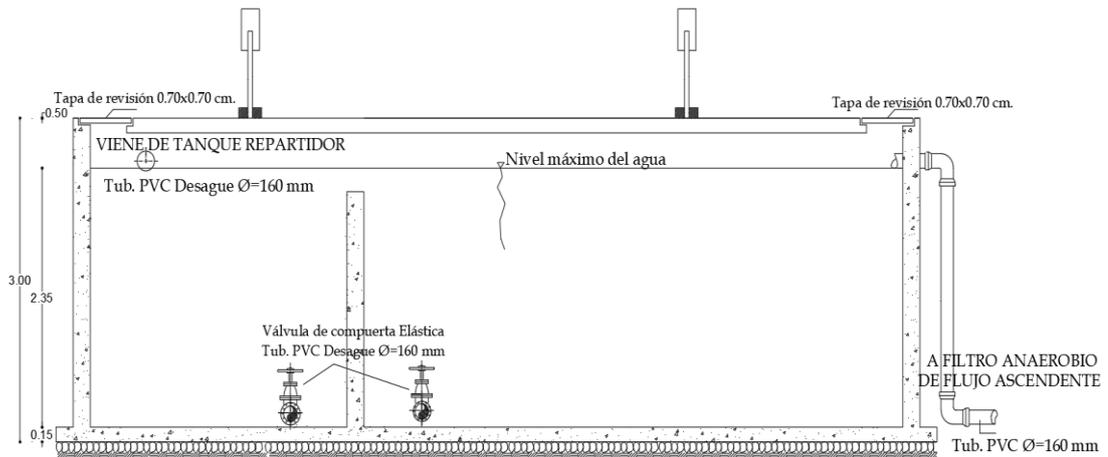


Figura 31: Vista en corte lateral del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

3.4. Plan de mantenimiento y operación de las estructuras hidráulicas de la PTAR del sector Tres Esquinas

El plan de operación y mantenimiento de la PTAR del sector Tres Esquinas hace referencia a procedimientos y actividades que garantizarán un funcionamiento adecuado y de la misma forma ampliará la vida útil de diseño de la misma. El plan consiste en tener un mejor control de los procesos que se lleven a cabo en la planta y así también, detallar las herramientas y recursos necesarios para que el operador pueda ejecutar su trabajo dentro del tiempo y recursos establecidos.

A continuación, se describe el correcto mantenimiento de cada uno de los componentes de la PTAR:

- **Medida 1:** Mantenimiento del tanque repartidor de caudales
 - **Descripción:**
 - ✓ Este componente aparte de recibir las aguas servidas generadas en el sector de Tres Esquinas, es parte del tratamiento preliminar de las aguas residuales, pues cuenta con una rejilla para retener los desechos sólidos de un tamaño mayor, como plásticos, pedazos de madera, piedras, entre otros; y así impedir el ingreso de los mismos a la PTAR, ya que pueden obstruir las tuberías o canaletas dentro del tren de tratamiento de la planta.

- ✓ El mantenimiento de esta unidad se basa en extraer los sólidos y basura retenida de la rejilla devastadora, al menos una vez al día y preferiblemente en horarios de la tarde, que es donde se registran menores caudales de ingreso. En caso de que la cantidad de basura sea mínima y tomando en cuenta que el máximo caudal horario es relativamente corto, la limpieza se podrá hacer una vez cada tres días. Al terminar las jornadas laborables a las cuatro de la tarde, se sugiere esa hora para realizar la limpieza.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprobar la existencia de residuos sólidos en la rejilla. ✓ Ejecutar un rastrillado de la basura acumulada en forma ascendente y dejar escurrir los desechos durante unos 15 minutos en la placa perforada. ✓ Limpiar la placa perforada con una escoba plástica con el fin de eliminar los restos de desperdicios que hayan quedado y puedan generar malos olores. ✓ Trasladar los sólidos extraídos a los depósitos de basura o el algún contenedor. Se recomienda usar cal para cubrir los residuos y así prevenir la proliferación de bacterias y hedores. ✓ Lavar con agua a presión todos los componentes del tanque como: la rejilla y las paredes. 	Una vez a la semana.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rastrillo ✓ Pala ✓ Carretilla ✓ Escoba plástica ✓ Manguera de 30 metros con un diámetro de 3/8 de pulgada ✓ Equipo de seguridad (overol, guantes, mascarilla, botas, gafas protectoras y casco) ✓ Botiquín de primeros auxilios 	✓ Un operador	\$3.95

✓ Verificar la condición de los barros.				
✓ Lavar las herramientas empleadas.				

Tabla 66: Mantenimiento del tanque repartido de caudales.

Fuente: Giovanna Culqui

Importante

- ✓ En caso de que se presente precipitaciones continuas, se debe realizar una limpieza inmediatamente después de la lluvia y así evitar obstrucciones en este componente.

- **Medida 2:** Mantenimiento del tanque séptico

○ **Descripción:**

- ✓ Esta unidad constituye un tratamiento primario a las aguas residuales y consiste básicamente en la remoción de la materia orgánica por medio de un proceso biológico que es la reacción de los microorganismos ante la falta de oxígeno.
- ✓ El mantenimiento del tanque séptico se basa en retirar los sólidos y natas que flotan dentro del mismo, examinar las tuberías y comprobar que no haya obstrucciones, y extraer los lodos generados.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
✓ Verificar la tubería de ingreso al tanque, ya que generalmente tiende a taponarse; de ser así, se recomienda usar una manguera de agua a presión en las tuberías taponadas y si aun así no se consigue destaparla, usar una barra flexible para remover el taponamiento.	Una vez al día.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vara metálica con gancho en el extremo ✓ Pala ✓ Carretilla ✓ Manguera de 30 metros con un diámetro 	✓ Un operador	\$0.94

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Chequear que las tapas de revisión se encuentren colocadas correctamente. 		<ul style="list-style-type: none"> de 3/8 de pulgada ✓ Rastrillo ✓ Escoba plástica 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpiar o escobillar la superficie del agua y así rehidratar las natas flotantes, con el fin de eliminar los gases y prevenir la acidificación del agua. ✓ Medir la profundidad de los lodos que se colocan en el fondo del tanque séptico, para ello se requiere de una vara larga, la cual será introducida con una tela preferentemente blanca en su extremo, la tela debe ser absorbente y cubrir al menos las 2/3 partes de la vara. 	Una vez a la semana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Carro cisterna con bomba de vacío ✓ Equipo de seguridad (overol, guantes, mascarilla, botas, gafas protectoras y casco) ✓ Botiquín de primero auxilios 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un operador ✓ Dos peones 	\$7.84
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eliminar el exceso de lodos que se encuentran en el tanque, este proceso se realiza abriendo las válvulas de salida de lodos. Los mismos se dirigen por medio de tuberías de 160 mm hacia el lecho de secado de lodos. ✓ Lavar la tubería por donde se trasladaron los lodos usando una manguera de agua a presión. 	Una vez al mes		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un peón 	\$29.74
<ul style="list-style-type: none"> ✓ El componente deberá ser limpiado completamente cada año. ✓ En el caso de que la PTAR deje de funcionar por un largo tiempo, los lodos o material inerte presente en el mismo deberá ser retirado. 	Una vez al año.		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un operador ✓ Dos peones 	\$60.65

✓ Verificar la condición tanto de la infraestructura como de los elementos secundarios del tanque.				
----------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

Tabla 67: Mantenimiento del tanque séptico.

Fuente: Giovanna Culqui

- **Medida 3:** Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente

o **Descripción:**

- ✓ Este componente corresponde a un tratamiento secundario y el filtro opera en modo de flujo ascendente. El agua proviene del tanque séptico, lo hace por la solera del tanque, es decir, desde abajo hacia arriba a través del material filtrante de diferente granulometría (grava), la cual consigue que los desechos en suspensión se vayan deteniendo en las capas del lecho filtrante.
- ✓ El mantenimiento del FAFA consiste en la limpieza de los materiales del filtro, examinar tuberías y válvulas de desagüe, y verificar que no haya taponamientos.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inspeccionar la capa superior del filtro. ✓ Revisar la entrada del filtro y comprobar que no haya presencia de desechos flotantes. ✓ Chequear que no se presente materia o residuos sólidos a la salida del componente. ✓ Eliminar los sólidos suspendidos presentes en el sistema. 	Una vez al día.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manguera de 30 metros con un diámetro de 3/8 de pulgada ✓ Pala ✓ Carretilla ✓ Equipo de seguridad (overol, guantes, mascarilla, botas, gafas protectoras y casco) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un operador 	\$0.94
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Extraer la capa vegetal y sedimentos acumulados sobre el medio filtrante. ✓ Limpiar el material filtrante, para ello se 	Cada seis meses.		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un operador ✓ Un peón 	\$71.57

debe abrir la válvula de desagüe y enviar agua limpia por la parte alta del filtro, para que la corriente lleve las arenas y lodos, producto de la descomposición de microorganismos anaerobios, que se encuentran entre la grava		✓ Botiquín de primeros auxilios		
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------	--	--

Tabla 68: Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente.

Fuente: Giovanna Culqui

Importante

- ✓ De existir obstrucción por el uso y tiempo de servicio se procedería en último de los casos sacar todo el material filtrante lavar lo destapar la obstrucción y rellenar nuevamente el lecho con el mismo material o realizar la reposición del material filtrante.
- **Medida 4:** Mantenimiento del lecho de secado de lodos.
 - **Descripción:**
 - ✓ El componente permite el secado de lodos que provienen del tanque séptico, para luego ser depositados en otro lugar o incluso puede ser empleado como abono para mejorar la calidad del suelo.
 - ✓ El mantenimiento del lecho de secado de lodos consiste en retirar los lodos en periodos continuos una vez que ya se encuentren deshidratados completamente, de tal forma, se hará una limpieza de los patios. Los lodos no pueden ser dirigidos a los pozos de descarga debido a que son materia inerte y deben ser depositados en otro lugar destinado.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
✓ Limpiar el lecho de secado previo al depósito de los	✓ El esparcimiento de los lodos se	✓ Pala ✓ Carretilla ✓ Rastrillo	✓ Un operador	\$7.84

<p>nuevos lodos para así prevenir que se combinen los lodos anteriores con los nuevos.</p> <p>✓ Distribuir los lodos sobre este componente en capas con un espesor entre 20 a 25 cm, cabe recalcar que, en temporadas de lluvias, este espesor no debe ser mayor a 15 cm. Para cumplir con los espesores mencionados se recomienda marcar las paredes del lecho de secado de lodos y así corroborar que la capa sea uniforme.</p> <p>✓ Remover los lodos una semana después de haber realizado el punto anterior. Se deben formar masas de tamaño menor y dejarlos secar.</p>	<p>realiza mensualmente.</p> <p>✓ La remoción de lodos se ejecuta una semana después del esparcimiento.</p>	<p>✓ Equipo de seguridad (overol, guantes, mascarilla, botas, gafas protectoras y casco)</p> <p>✓ Botiquín de primeros auxilios</p>	<p>✓ Dos peones.</p>	
<p>✓ Retirar los lodos completamente cuando ya se observe un agrietamiento en las masas de tierra.</p> <p>✓ Chequear que no se presente encharcamiento en la unidad, en el caso de ser así, revisar el lecho de lodos porque puede haber una obstrucción en la</p>	<p>Cada seis meses</p>			<p>\$15.66</p>

tubería de descarga. ✓ Revisar y limpiar las tuberías de descarga del lecho de secado de lodos para evitar que estas se llenen y no cumplan con el secado.				
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

Tabla 69: Mantenimiento del lecho de secado de lodos.

Fuente: Giovanna Culqui

Importante

- ✓ No prolongar el tiempo de limpieza de los lodos que se generen, ya que puede provocar el crecimiento de vegetación en el componente.
- ✓ En el caso de que existan malos olores, se recomienda preparar una solución alcalina con una relación de media libra de cal por cada litro de agua, se mezcla y se deja reposar por unos cinco minutos. Arrojar suficiente cantidad de agua con cal lentamente, se recomienda 20 litros en 30 minutos aproximadamente.

- **Medida 5:** Mantenimiento del medio exterior

○ **Descripción:**

- ✓ Es de gran relevancia mantener el área libre de vegetación y de desechos que la población de la propia comunidad puede depositar en el sitio. Además de que se debe tener un estricto control de los contaminantes generados por los diferentes componentes del tren de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ El mantenimiento del exterior consiste en la limpieza del área donde se ubica la PTAR, la limpieza del camino peatonal que conduce a ella, el retiro de los desechos que produce la planta como tal y el corte de mala hierba.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
-------------	------------	--------------	----------------------	-------

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpiar el camino peatonal de la PTAR, es decir, remover la basura que depositan las personas que habitan cerca del lugar. ✓ Podar la vegetación que recubre en su mayoría cada una de los componentes hidráulicos. ✓ Remover los lodos y contaminantes generados por los procesos que realizan cada unidad de tratamiento de la PTAR. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cada 3 meses. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pala ✓ Carretilla ✓ Rastrillo ✓ Hoz ✓ Motoguadaña ✓ Equipo de seguridad (overol, guantes, mascarilla, botas, gafas protectoras y casco) ✓ Botiquín de primeros auxilios 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un operador ✓ Un peón. 	\$281.02
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	----------

Tabla 70: Mantenimiento del medio exterior.

Fuente: Giovanna Culqui

- **Medida 6:** Mantenimiento de paredes exteriores

o **Descripción:**

- ✓ Las estructuras hidráulicas presentan un deterioro en las paredes exteriores, es decir, desprendimientos del hormigón, por lo que se requiere una reparación de las fisuras que se presentan en cada componente hidráulico.
- ✓ En la mayor parte de las paredes de las estructuras hidráulicas se nota la falta de pintura, se requiere pintar todos los componentes con el fin de mejorar el aspecto estético de la obra civil.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
-------------	------------	--------------	----------------------	-------

✓ Reparar las fisuras existentes en los componentes del tren de tratamiento de la PTAR.	✓ Una vez al año.	✓ Pala ✓ Carretilla ✓ Bailejo ✓ Cemento ✓ Arena ✓ Agua ✓ Aditivo de hormigones.	✓ Un albañil. ✓ Un peón. ✓ Un maestro mayor.	\$242.45
✓ Pintar las unidades del tren de tratamiento de la PTAR.	✓ Una vez al año.	✓ Brocha. ✓ Rodillo. ✓ Pintura látex vinyl ✓ Lija	✓ Un pintor. ✓ Un peón.	\$664.13

Tabla 71: Mantenimiento de paredes exteriores.

Fuente: Giovanna Culqui

- **Medida 7: Señalética**

o **Descripción:**

- ✓ A pesar que la planta de tratamiento cuenta con señalética al ingreso, es necesario colocar señaléticas dentro de la misma, para prevenir posibles accidentes en la zona.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
✓ Colocar una señalética triangular PVC de 297x210 mm, de advertencia	✓ Una vez.	✓ Señalética respectiva. ✓ Kit adhesivo para fijación de señales de seguridad y salud	✓ Un peón.	\$15.94
✓ Colocar una señalética circular PVC de 297x210 mm, de prohibición.				\$7.97
✓ Colocar una señalética rectangular PVC de				\$22.10

297x210 mm, informativa.				
✓ Colocar el letrero de obra				\$63.30

Tabla 72: Señalética.

Fuente: Giovanna Culqui

- **Medida 8:** Cerramiento

o **Descripción:**

- ✓ La PTAR tiene libre ingreso debido a la inexistencia de un cerramiento adecuado, por lo que cualquier persona ajena puede ingresar sin el permiso ni los instrumentos correspondientes, por lo que es necesario su implantación.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Replanteo y nivelación inicial. ✓ Excavación manual. ✓ Hormigón ciclópeo. ✓ Mampostería de bloque macizo. ✓ Instalación de malla de cerramiento. ✓ Puerta de malla. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una vez. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramienta menor. ✓ Equipo topográfico. ✓ Cemento ✓ Arena ✓ Agua ✓ Piedra ✓ Bloque macizo ✓ Malla ✓ Alambre 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un topógrafo. ✓ Un cadenero. ✓ Un albañil. ✓ Un maestro de obra. ✓ Un peón. 	\$4425.91

Tabla 73: Cerramiento.

Fuente: Giovanna Culqui

- **Medida 9:** Cubierta del lecho de secado de lodos.

o **Descripción:**

- ✓ La PTAR no cuenta con una cubierta del lecho de secado de lodos, esto es importante, pues, el principal objetivo es secar los lodos

provenientes del tanque séptico y al estar expuesto al aire libre y en una zona donde las precipitaciones son muy propensas, no estaría cumpliendo con su propósito.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instalar la estructura metálica. ✓ Instalar el techado. ✓ Colocar el canal y bajante de agua lluvia. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una vez. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramienta menor. ✓ Perfil estructural. ✓ Suelta ✓ Pintura ✓ Thinner ✓ Canal prefabricado ✓ Ganchos ✓ Tubo PVC 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un herrero. ✓ Un soldador. ✓ Un ayudante. ✓ Un albañil. ✓ Un maestro de obra. ✓ Un peón. 	\$3195.31

Tabla 74: Cubierta del lecho de secado de lodos..

Fuente: Giovanna Culqui

- **Medida 10:** Análisis físico-químico del agua.

o **Descripción:**

- ✓ El análisis del afluente y efluente es indispensable para verificar el correcto funcionamiento de la PTAR, por eso se debe realizar al menos una vez al año.

Actividades	Frecuencia	Herramientas	Personal responsable	Costo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizar muestras de entrada y salida de la PTAR. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una vez al año. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reactivos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un laboratorista. 	\$285.86

Tabla 75: Análisis físico-químico del agua.

Fuente: Giovanna Culqui

Cada uno de los precios mostrados anteriormente se sustentan en el presupuesto referencial.

3.5.Presupuesto referencial

Como parte de los objetivos planteados, en caso de existir un rediseño se presenta un presupuesto, el cual será ejecutable en su totalidad. La PTAR del sector de Tres Esquinas está funcionando parcialmente, pues el agua del efluente cumple con los límites permitidos por la norma TULSMA 2015; sin embargo, al corroborar el dimensionamiento de cada uno de sus componentes y con las diferentes normas empleadas, el tanque séptico fue el único elemento que no cumplía con los valores teóricos calculados, por tal motivo se realiza el presupuesto referencial de esta unidad de la planta de tratamiento de aguas residuales. Por otro lado, la PTAR carece de un cerramiento adecuado para el tipo de obra civil y de una cubierta para el lecho de secado de lodos, es así que se realiza el diseño y presupuesto del mismo; cada uno cuenta con sus rubros detallados acorde al tipo de obra que se está diseñando.

Adicionalmente, se presentan algunas mejoras en las unidades ya existentes, pues como se mencionó anteriormente, los componentes presentan un notorio deterioro en sus paredes exteriores, ya sea por fisuras o falta de pintura.

Por último, es indispensable integrar un presupuesto para el plan de mantenimiento y operación de la PTAR, de esta forma se garantizará un correcto funcionamiento durante su vida útil, pues como se pudo observar en el trabajo de campo, durante el mes de mediciones no se realizó ningún mantenimiento a la planta de tratamiento, es por esto que se emplea un presupuesto anual. Por otro lado, se debe realizar un monitoreo del análisis físico – químico del efluente, se recomienda hacerlo dos veces al año, pero, considerando que los valores que ingresan en la actualidad son relativamente bajos, se puede realizar el análisis una vez al año.

En el Anexo 4 se encuentran los análisis de los precios unitarios del presupuesto referencial, cada uno tiene una identificación de cada rubro con un código para mejor entendimiento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
 						
Proyecto:	Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua					
Ubicación:	Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.					
Elaborado:	Giovanna Lisette Culqui Llamuca					
Monto:	29951.04 dólares					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						
No.	Código	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
REDISEÑO DE LA PTAR						
A		TANQUE SÉPTICO				
1	001	Replanteo y nivelación	m2	47.25	1.85	87.41
2	002	Excavación manual suelo natural H = 0-2m	m3	66.50	6.26	416.29
3	003	Empedrado para replantillo e = 10 cm, incluye emporado con sub-base	m2	47.25	4.97	234.83
4	004	Relleno compactado con material de excavación	m3	40.39	4.39	177.27
5	005	Encofrado y desencofrado recto	m2	124.56	13.75	1712.70
6	006	Hormigón simple, f _c = 210 kg/cm ²	m3	40.20	169.57	6816.71
7	007	Losa alivianada H.S. f _c 210 kg/cm ² e=15 cm (Incluye alivianamientos)	m2	27.00	58.15	1570.05
8	008	Acero de refuerzo f _y = 4200 kg/cm ²	kg	991.38	2.39	2369.40
9	009	Enlucido mortero 1:2 paleteado fino (e = 1.5 cm) con impermeabilizante	m2	69.60	11.92	829.63
10	010	Enlucido mortero 1:3 paleteado fino (e = 1.5 cm)	m2	60.76	10.91	662.89
11	011	Tubería PVC d = 160 mm desague NTE-INEN 2059	m	25.40	17.48	443.99
12	012	Codo 90° PVC d = 160 mm desague	u	2.00	15.52	31.04
13	013	Tee PVC d = 160 mm desague	u	4.00	17.92	71.68
14	014	Kit válvula de control 160 mm (según especificación y diseño)	u	2.00	644.26	1288.52
15	015	Ducto de ventilación 2"	u	2.00	19.84	39.68
16	016	Mejoramiento de suelo	m3	14.70	18.55	272.69
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
B		MEDIDA 1: Mantenimiento del tanque repartidor de caudales				
17	017	Rastrillado de la basura acumulada en la rejilla.	u	52.00	3.95	205.40
C		MEDIDA 2: Mantenimiento del tanque séptico				
18	018	Chequeo de tuberías	u	254.00	0.94	238.76
19	019	Escobillado de natas flotantes	u	52.00	7.84	407.68
20	020	Eliminación del exceso de lodos	u	12.00	29.74	356.88
21	021	Limpieza total del tanque	u	1.00	60.65	60.65
D		MEDIDA 3: Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente				
22	018	Chequeo de tuberías	u	254.00	0.94	238.76
23	022	Extracción de capa vegetal y material filtrante	u	2.00	71.57	143.14
E		MEDIDA 4: Mantenimiento del lecho de secado de lodos				
24	023	Esparcimiento de lodos	u	12.00	7.84	94.08
25	024	Retiro de lodos	u	2.00	15.66	31.32
F		MEDIDA 5: Mantenimiento del medio exterior				
26	025	Limpieza y desbroce manual de área con vegetación	m2	326.77	0.86	281.02
G		MEDIDA 6: Mantenimiento de paredes exteriores				
27	026	Reparación de fisuras mortero 1:2 paleteado fino (e = 1.5 cm) con impermeabilizante	m2	20.74	11.69	242.45
28	027	Pintura de caucho látex vinilo acrílico, exterior	m2	157.75	4.21	664.13
H		MEDIDA 7: Señalética				
29	028	Suministro y colocación de señalética triangular de PVC de 297x210mm, de advertencia	u	2.00	7.97	15.94
30	029	Suministro y colocación de señalética circular de PVC de 297x210mm, de prohibición	u	1.00	7.97	7.97
31	030	Suministro y colocación de señalética rectangular de PVC de 297x210mm, informativa	u	1.00	22.10	22.10
32	031	Suministro y colocación de letrero de obra	u	1.00	63.30	63.30
I		MEDIDA 8: Cerramiento				
33	032	Replanteo y nivelación lineal	km	0.08	181.15	14.49
34	002	Excavación manual suelo natural H = 0-2m	m3	11.20	6.26	70.11
35	033	Hormigón ciclópeo f _c = 180 kg/cm ²	m3	0.06	118.42	7.11
36	034	Mampostería de bloque macizo e = 0.15 m	m2	80.00	15.31	1224.80
37	035	Suministro e instalación malla de cerramiento 50/10; H = 1.50 m	m	80.00	34.36	2748.80
38	036	Puerta malla H = 2.20 m; L = 4 m	u	1.00	360.60	360.60
J		MEDIDA 9: Cubierta del lecho de secado de lodos.				
39	037	Instalación de estructura metálica, acero A36	kg	224.79	12.44	2796.39
40	038	Entechado de galvalume e = 0.40 mm	m2	18.15	15.38	279.15
41	039	Canal recolector de A LL H = 15 cm, A = 30 cm, tool galvanizado	ml	6.22	14.88	92.55
42	040	Bajante de agua lluvia PVC 110mm, incluye cono	u	1.00	27.22	27.22
K		MEDIDA 10: Análisis físico-químico del agua				
43	041	Monitoreo del análisis físico-químico del efluente	u	1.00	285.86	285.86
L		VARIOS				
44	042	Blanqueado con cemento blanco dos manos (Cerramiento)	m2	90.00	6.24	561.60
45	043	Limpieza final de la obra	m2	400.00	3.46	1384.00
					TOTAL:	29951.04
<p>SON: Veintinueve mil novecientos cincuenta y un dólares con cuatro centavos.</p> <p style="text-align: right;">Giovanna Lisette Culqui Llamuca ELABORADO</p>						

Tabla 76: Presupuesto referencial de la propuesta de diseño y mejoramiento de la PTAR del sector Tres Esquinas.

Fuente: Giovanna Culqui

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.Conclusiones

- Se examinó el funcionamiento de cada uno de los componentes de la PTAR del sector Tres Esquinas en base a guías y manuales de diseño internacionales, en donde se concluyó que, de manera general, las estructuras hidráulicas, a excepción del tanque séptico, están trabajando eficientemente y cumplen con las exigencias estipuladas en las normas.
- Se realizó el levantamiento de información mediante bases de datos teóricas y visitas en campo, obteniendo referencias directas mediante entrevistas a la población servida; esto permitió saber que la PTAR fue construida en el año 2010, entrando en funcionamiento de depuración de las aguas residuales mediante tres niveles de tratamiento (preliminar, primario y secundario) y abarcando un área aproximada de 400 m². Las unidades presentan predominante vegetación y deterioro en sus paredes, y la presencia de insectos es notoria en la zona.
- Se analizó el afluente y efluente de las aguas residuales de la PTAR durante 30 días mediante el método volumétrico, registrando el máximo caudal horario de 2.40 lts/seg correspondiente al afluente y a los días viernes específicamente a las 10:00 AM, el tiempo coincide con el caudal de salida de la planta, mostrando un valor máximo de 2.12 lts/seg, estos valores se pueden apreciar en la tabla 9 y 24 respectivamente.
- Se efectuó los análisis físico-químicos de muestras simples del agua residual tanto a la entrada como a la salida de la PTAR, cuyos resultados cumplen con los límites estipulados en la norma TULSMA 2015 para descargas en cuerpos de agua dulce. Es importante recalcar, que el agua de ingreso ya cumple con los valores máximos permitidos (ver tabla 38), aun así, todos los parámetros analizados presentan altos porcentajes de eficiencia de remoción como: demanda química de oxígeno (71.43%), demanda bioquímica de oxígeno (75.93%), sólidos suspendidos (65.52%) y sólidos totales (24.42%), estos valores se muestran en la figura 21.

- Se comprobó mediante la toma de muestras compuestas del afluente y efluente de la PTAR, que los valores obtenidos en los análisis de las muestras simples guardan relación con los de las muestras compuestas, pues los resultados aumentaron ligeramente, pero siguen cumpliendo con los límites estipulados en la norma TULSMA 2015, presentando los siguientes porcentajes de eficiencia y remoción: demanda química de oxígeno (66.26%), demanda bioquímica de oxígeno (71.02%), sólidos suspendidos (55.84%) y sólidos totales (23.28%), estos valores se muestran de igual forma en la figura 21.
- Se calculó el caudal de la red de alcantarillado dando como resultado 1.29 lts/seg, de esta forma se demuestra que existe una infiltración de agua potable o de agua de riego a la red de alcantarillado, pues el caudal máximo horario de ingreso de la PTAR es de 2.40 lts/seg, es por esta razón que los valores de los parámetros de análisis son relativamente bajos en comparación al número de habitantes que aporta a la planta de tratamiento.
- Se ejecutó un diagnóstico teórico actual de los componentes del tren de tratamiento de la PTAR en base a las dimensiones presentes de las unidades descontaminantes y, manuales y guías otorgadas por la CONAGUA, RAS 2000 y la OPS, en donde, el tanque repartidor de caudales, el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y lecho de secado de lodos mantienen un diseño óptimo. Por otro lado, el tanque séptico no cumple con las dimensiones calculadas y a pesar de que la diferencia sea mínima, puede generar problemas a futuro en la depuración de las aguas servidas.
- Al cumplir con los análisis de laboratorio y en su mayoría con las dimensiones de los componentes de la PTAR, no es necesario incrementar nuevas estructuras hidráulicas; sin embargo, se propuso un redimensionamiento del tanque séptico con un tiempo de vida útil de 20 años y una población proyectada de 750 habitantes hasta el 2043; el mismo cuenta con sus respectivos planos y un presupuesto referencial de \$17024.78, el cual puede ser ejecutado en su totalidad.
- La PTAR no cuenta con un cerramiento adecuado para la obra civil, por tal motivo, se propuso un diseño de cerramiento de malla galvanizada con una

altura de 1.50 m, además, se presenta el presupuesto referencial de \$4425.91 con la descripción de cada uno de los rubros y el detalle en los planos.

- Se realizó los análisis de precios unitarios para la construcción del tanque séptico, cerramiento, cubierta de lecho de secado de lodos y actividades de mejoramiento externo en las unidades descontaminantes ya existentes obteniendo un costo monetario de \$29951.04, este presupuesto tiene contemplado el costo de diseño de las obras y el costo de un plan de operación y mantenimiento anual.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda al GAD Municipal Santiago de Píllaro, ejecutar cada una de las actividades mencionadas en el plan de operación y mantenimiento de la PTAR de acuerdo a los tiempos establecidos, con el fin de mantener en condiciones óptimas la infraestructura de cada unidad descontaminante.
- Se recomienda capacitar al operador encargado para que pueda realizar las labores de limpieza en cada componente hidráulico y así, preservar su integridad y trabajo eficiente. El operador deberá revisar las herramientas y equipos que se vayan a emplear, con el fin de evitar accidentes.
- Se recomienda llevar un registro con cada una de las actividades de mantenimiento que se realicen, pues cada unidad tiene un diferente tiempo estipulado para diferentes operaciones de limpieza, lo cual puede generar confusiones al operador.
- Es recomendable concientizar a la población que aporta a la PTAR sobre el arrojado de desechos sólidos dentro del área de la planta, pues puede generar la proliferación de insectos y malos olores.
- Se recomienda realizar análisis físico-químicos de una muestra compuesta del efluente al menos una vez al año con el propósito de comprobar que se esté cumpliendo con los valores máximos estipulados en la norma TULSMA 2015.
- Se recomienda realizar un revestimiento a las tuberías del sistema de tratamiento, ya que existen partes donde la tubería es visible y ya no están cubiertas de hormigón.
- Se recomienda pintar todas las estructuras hidráulicas y enlucir nuevamente las partes desgastadas para prevenir daños a futuro y a la vez mostrar un buen aspecto estético de la PTAR.
- Se recomienda a la Universidad Técnica de Ambato que incorpore un laboratorio de análisis de agua en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, con el fin de hacer uso de las propias instalaciones de la institución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “APOYO DEL PNUD A LA IMPLEMENTACIÓN DEL OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE 6 GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO,” 2015. Accessed: Nov. 18, 2022. [Online]. Available: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/SDG06_Water_ES - web.pdf
- [2] A. Fernández, “El agua: un recurso esencial,” *Química Viva*, vol. 11, no. 3, pp. 147–170, Dec. 2012.
- [3] M. Valladares, C. Valerio, P. De la Cruz, and R. Melgoza, “Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales,” *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 16, no. 31, pp. 55–73, Jul. 2017, doi: 10.22395/rium.v16n31a3.
- [4] T. Romero and D. Vargas, “Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas Efficient microorganisms in polluted water treatment,” *Ing. Hidráulica y Ambient.*, vol. XXXVIII, no. 3, pp. 88–100, Sep. 2017, Accessed: Nov. 19, 2022. [Online]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha08317.pdf>
- [5] N. Nieto, “La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas,” *Política y Cult.*, vol. 36, pp. 157–176, Jun. 2011, Accessed: Nov. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n36/n36a7.pdf>
- [6] D. J. Rodriguez, H. A. Serrano, A. Delgado, D. Nolasco, and G. Saltiel, “Aguas residuales: De residuo a recurso,” Washington, DC, 2020.
- [7] Grupo del Banco Mundial, “El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial,” Mar. 19, 2020. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank> (accessed Nov. 19, 2022).
- [8] A. Acosta and E. Martínez, *AGUA: Un derecho fundamental*, I. Quito: Ediciones Abya-Yala, 2010. [Online]. Available:

<https://www.rosalux.org.ec/pdfs/agua-acosta.pdf>

- [9] Ministerio del Agua and Secretaría Nacional del Agua, “ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA,” Quito, Sep. 2016.
- [10] INEC, “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales,” Quito, Dec. 2021.
- [11] D. Bunces, “Planteamiento de alternativas para la selección de plantas de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Francisco de Orellana (Coca),” Quito, 2014.
- [12] M. Cando, “Diseño Sanitario para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales generadas por los laboratorios de Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica ubicados en el edificio Hayek, USFQ,” Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2018.
- [13] R. Urbina, “Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE,” Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, 2018.
- [14] L. Gallardo, “Análisis de la fibra de coco como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del Centro de Faenamiento Latacunga,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [15] Gobierno Provincial de Tungurahua, “Agenda Tungurahua desde la Visión Territorial,” Ambato, 2019.
- [16] M. Mayacela, L. Maldonado, F. Morales, and B. Suquillo, “Physical characteristics of materials of Ecuadorian origin for water treatment,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 958, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/958/1/012020.
- [17] F. Morales, S. Medina, and E. Paredes, “Biofiltración sobre Cama de Turba, para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans Revista,” *Rev. Publicando*, vol. 4, no. 10, pp. 579–590, 2017.
- [18] F. Morales, L. Maldonado, G. Nuñez, G. Paredes, and R. Hechavarría, “Filtro con elementos de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de aguas

residuales de lavadoras de autos en la ciudad de Ambato, Ecuador,”
Tecnología y ciencias del agua, vol. 13, no. 5, Ambato, pp. 365–395, Sep.
2022. doi: 10.24850/j-tyca-13-05-10.

- [19] GADM del Cantón Santiago de Píllaro, “PDOT GAD Presidente Urbina,” Píllaro, 2015.
- [20] NTE-INEN 2176, “Agua, calidad del agua, muestreo y técnicas de muestreo,” Quito, 2013. [Online]. Available:
https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/Protocolos_muestreo_biológico_con_portada_tcm30-214764.pdf
- [21] NTE-INEN 2169, “Agua, Calidad de agua, Muestreo Manejo y Conservación de Muestras,” *Inst. Ecuatoriano Norm.*, p. 26, 2013, [Online]. Available:
<http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACIÓN-DE-MUESTRAS.pdf>
- [22] Metcalf and Eddy, “Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización.” McGraw-Hil., Madrid, 1995, pp. 54–55.
- [23] ABB, “La importancia de medir el pH en la industria,” *iagua*, Mar. 24, 2021. <https://www.iagua.es/noticias/abb/importancia-medir-ph-industria> (accessed Nov. 28, 2022).
- [24] Ministerio del Ambiente, “Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua,” in *ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TULSMA*, Registro O., Quito, 2015, pp. 20–23.
- [25] Comisión Nacional del Agua, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Pretratamiento y Tratamiento Primario*. 2019.
- [26] Ministerio de Desarrollo Económico de la República de Colombia, “REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS-2000, TÍTULO E, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,” Bogotá, Nov. 2000.
- [27] Comisión Nacional del Agua, *Manual de agua potable: Alcantarillado y*

- Saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtros anaeróbicos de flujo ascendente.* México, D.F., 2015. Accessed: Nov. 28, 2022. [Online]. Available: www.conagua.gob.mx
- [28] Organización Panamericana de la Salud, “GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN,” Lima, 2005.
- [29] GADM del Cantón Santiago de Píllaro, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) GADM Santiago de Píllaro,” Píllaro, 2020. Accessed: Nov. 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.pillaro.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/pdot.pdf>
- [30] D. Llamuca, “Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales Mollebamba de la parroquia Picaihua, cantón Ambato, provincia de Tungurahua,” Universidad Técnica de Ámbato, Ambato, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35597>
- [31] P.-H. Dodane and M. Ronteltap, “Lechos de Secado sin Plantas,” in *Manejo de lodos fecales*, 1st ed., vol. 1, L. Strande, M. Ronteltap, and D. Brdjanovic, Eds. Londrés: IWA Publishing, 2014, pp. 139–151.
- [32] GRUPO LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL, “INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES,” *Inst. Hidrol. Meteorol. y Estud. Ambient.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–17, Sep. 2007.
- [33] V. Izurieta, “Evaluación De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales De la Parroquia Poatug, Cantón Patate, Provincia De Tungurahua,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26832>
- [34] C. Montatixe and M. Eche, “Vista de Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro,” *Siembra*, vol. 8, no. 1, 2021, Accessed: Nov. 27, 2022. [Online]. Available: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1735/4038>
- [35] T. Otzen and C. Manterola, “Técnicas de Muestreo sobre una Población a

Estudio,” *Int. J. Morphol.*, vol. 35, no. 1, pp. 227–232, Mar. 2017, doi: 10.4067/S0717-95022017000100037.

- [36] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), “CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL,” Quito, 1997. doi: 10.07-610.
- [37] EMMAP, “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado,” Quito, 2009.
- [38] N. Diaz, D. Delgado, M. Hernández, and V. Ríos, “INTRODUCCION AL ANÁLISIS DE PROCESOS DE TRATAMIENTO PRELIMINAR EN AGUAS RESIDUALES (CRIBAS),” Casanare, 2020.
- [39] G. Chango, “INFORME TÉCNICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SECTOR TRES ESQUINAS, PARROQUIA PRESIDENTE URBINA,” Píllaro, 2022.
- [40] INEC, “Promedio de Personas por Hogar,” *Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos*. p. 14, 2010.
- [41] Código Ecuatoriano de la Construcción, “Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, Norma CO 10.7 – 602,” Quito, 2010. [Online]. Available:
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_05_Abastecimiento_de_Agua_Potable.pdf
- [42] Universidad de los Andes and Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados –CIACUA, “Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO D. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias,” Bogotá, 2012. Accessed: Jan. 18, 2023. [Online]. Available:
https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo_d.pdf
- [43] INEC, “POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS.” Quito, 2011.

ANEXOS

ANEXO N°1: FOTOGRAFÍAS



Figura 32: Dimensionamiento del pozo de salida de la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 33: Estado de la válvula que sale del tanque repartidor de caudales.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 34: Vista del interior del tanque repartidor de caudales.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 35: Estado de las dos válvulas que dirigen los lodos al lecho de secado.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 36: Ausencia de un cerramiento adecuado para la PTAR.

Fuente: Giovanna Culqui



Figura 37: Estado actual de las paredes de la FFAF.

Fuente: Giovanna Culqui

**ANEXO N°2: RESULTADOS DEL
ANÁLISIS DE LAS AGUAS
RESIDUALES**

MUESTRAS SIMPLES



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 17-012

Nº SE: 072-22

INFORME DE ANÁLISIS

NOMBRE: Giovanna Lisette Culqui Llamuca¹

INFORME N.º 072 - 22

EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA¹

N.º SE: 072 - 22

DIRECCIÓN: Ambato¹

TELÉFONO: 0999856756¹

FECHA DE RECEPCIÓN: 25/11/2022

FECHA DE INFORME: 01/12/2022

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual, PTAR¹

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN: MA - 139-22 Entrada¹
MA - 140-22 Salida¹

Agua residual
Agua residual

Condiciones Ambientales	T máx:	25 °C
	T mín:	10°C

El laboratorio se responsabiliza únicamente del análisis, no de la obtención las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA – 139-22

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	7,20	+/- 0,08	25/11/2022
* DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D	56	N/A	25/11/2022
* DBO ₅	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B	54	N/A	25/11/2022
* Sólidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D	29	N/A	25/11/2022
* Sólidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 B	172	N/A	25/11/2022

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

1. Información proporcionada por el cliente. LSA no se responsabiliza de dicha información

-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

-LSA libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 17-012

Nº SE: 072-22

MA – 140-22

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	7,08	+/- 0,08	25/11/2022
* DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D	16	N/A	25/11/2022
* DBO ₅	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B	13	N/A	25/11/2022
* Sólidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D	10	N/A	25/11/2022
* Sólidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 B	130	N/A	25/11/2022

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 23º EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 23º EDICIÓN.

REGLA DE DECISIÓN ACORDADA: No aplica

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Firmado electrónicamente por:
**JUAN CARLOS
LARA ROMERO**

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-
- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
 - 1. Información proporcionada por el cliente. LSA no se responsabiliza de dicha información
 - Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.
 - LSA libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados

INFORME DE RESULTADOS No. 40127
1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTIAGO DE PILLARO	TELEFONO:	03 3700470
DIRECCION:	SANTIAGO DE PILLARO / PILLARO / ROCAFUERTE 044 Y BOLIVAR	ATENCION A:	ING. JHOSEP ARELLANO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	GAD PILLARO
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL ENTRADA		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	05/07/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TRES ESQUINAS WGS84 17M 0771243;9872186		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA.
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	06/07/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	05/07/2022 al 13/07/2022

NORMA: AM097A, ANEXO 1, TABLA 9. LIMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE
3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Aceites y Grasas	AAA-PE-A001/ SM 5520 C	mg/L	2,4	30	CUMPLE	32,2%
1	Coliformes Fecales NMP	AAA-PE-A101/ SM 9223 B	NMP/100mL	>2420	2000	NO CUMPLE	NA
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	AAA-PE-A010/ SM 5210 D	mg/L	59	100	CUMPLE	23,1%
1	Demanda Química de Oxígeno	AAA-PE-A011/ SM 5220 C y D	mg/L	67	200	CUMPLE	18,7%
1	Detergentes Tensoactivos MBAS	AAA-PE-A012/ SM 5540 C	mg/L	0,446	0,5	CUMPLE	10,6%
1	Fósforo Total	AAA-PE-A019/ SM 4500-P C.	mg/L	2,2	10	CUMPLE	13,4%
1	Nitritos	AAA-PE-A025/ SM 4500-NO2 E	mg/L	0,78			16,6%
1	Sólidos Sedimentables	AAA-PE-A033/ SM 2540 F	mL/L	0,4			7,9%
1	Sólidos Suspendidos	AAA-PE-A034/ SM 2540 D	mg/L	35	130	CUMPLE	8,5%
1	Sulfatos	AAA-PE-A037/ SM 4500 SO42- E	mg/L	29,0	1000	CUMPLE	13,4%
1	Sólidos Totales	AAA-PE-A035/ SM 2540 B	mg/L	201	1600	CUMPLE	21,8%
1	pH in situ	AAA-PI-A002/ SM 4500-H+ B	unid pH	7,9	6 - 9	CUMPLE	1,0%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES

INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR:
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.
 Quito, 13/07/2022



INFORME DE RESULTADOS No. 40128

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTIAGO DE PILLARO	TELEFONO:	03 3700470
DIRECCION:	SANTIAGO DE PILLARO / PILLARO / ROCAFUERTE 044 Y BOLIVAR	ATENCION A:	ING. JHOSEP ARELLANO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	GAD PILLARO
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL SALIDA		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	05/07/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TRES ESQUINAS WGS84 17M 0771243;9872186		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA.
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	06/07/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	05/07/2022 al 13/07/2022

NORMA: AM097A, ANEXO 1, TABLA 9. LIMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Aceites y Grasas	AAA-PE-A001/ SM 5520 C	mg/L	< 0,1	30	CUMPLE	32,2%
1	Coliformes Fecales NMP	AAA-PE-A101/ SM 9223 B	NMP/100mL	>2420	2000	NO CUMPLE	NA
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	AAA-PE-A010/ SM 5210 D	mg/L	16	100	CUMPLE	23,1%
1	Demanda Química de Oxígeno	AAA-PE-A011/ SM 5220 C y D	mg/L	26	200	CUMPLE	18,7%
1	Detergentes Tensoactivos MBAS	AAA-PE-A012/ SM 5540 C	mg/L	0,020	0,5	CUMPLE	10,0%
1	Fósforo Total	AAA-PE-A019/ SM 4500-P C.	mg/L	1,2	10	CUMPLE	13,4%
1	Nitritos	AAA-PE-A025/ SM 4500-NO2 E	mg/L	0,04			16,6%
1	Sólidos Sedimentables	AAA-PE-A033/ SM 2540 F	mL/L	< 0,1			7,9%
1	Sólidos Suspendedos	AAA-PE-A034/ SM 2540 D	mg/L	< 30	130	CUMPLE	8,5%
1	Sulfatos	AAA-PE-A037/ SM 4500 SO42- E	mg/L	< 10,0	1000	CUMPLE	13,4%
1	Sólidos Totales	AAA-PE-A035/ SM 2540 B	mg/L	156	1600	CUMPLE	21,8%
1	pH in situ	AAA-PI-A002/ SM 4500-H+ B	unid pH	7,7	6 - 9	CUMPLE	1,0%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES

	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 13/07/2022	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

INFORME DE RESULTADOS No. 40278

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTIAGO DE PILLARO	TELEFONO:	03 3700470
DIRECCION:	SANTIAGO DE PILLARO / PILLARO / ROCAFUERTE 044 Y BOLIVAR	ATENCION A:	ING. JOSEP ARELLANO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	GAD PILLARO
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL ENTRADA		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	23/11/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TRES ESQUINAS WGS84 17M 0771236;9872184		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA.
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	23/11/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	23/11/2022 al 30/11/2022

NORMA: AM097A, ANEXO 1, TABLA 9. LIMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Aceites y Grasas	AAA-PE-A001/ SM 5520 C	mg/L	2,1	30	CUMPLE	32,2%
1	Coliformes Fecales NMP	AAA-PE-A101/ SM 9223 B	NMP/100mL	>2420	2000	NO CUMPLE	NA
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	AAA-PE-A010/ SM 5210 D	mg/L	34	100	CUMPLE	23,1%
1	Demanda Química de Oxígeno	AAA-PE-A011/ SM 5220 C y D	mg/L	60	200	CUMPLE	18,7%
1	Detergentes Tensoactivos MBAS	AAA-PE-A012/ SM 5540 C	mg/L	0,358	0,5	CUMPLE	10,6%
1	Fósforo Total	AAA-PE-A019/ SM 4500-P C.	mg/L	1,9	10	CUMPLE	13,4%
1	Nitritos	AAA-PE-A025/ SM 4500-NO2 E	mg/L	0,69			16,6%
1	Sólidos Sedimentables	AAA-PE-A033/ SM 2540 F	mL/L	0,6			7,9%
1	Sólidos Suspendedos	AAA-PE-A034/ SM 2540 D	mg/L	41	130	CUMPLE	5,3%
1	Sulfatos	AAA-PE-A037/ SM 4500 SO42- E	mg/L	23,0	1000	CUMPLE	13,4%
1	Sólidos Totales	AAA-PE-A035/ SM 2540 B	mg/L	181	1600	CUMPLE	21,8%
1	pH in situ	AAA-PI-A002/ SM 4500-H+ B	unid pH	7,57	6 - 9	CUMPLE	1,0%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 30/11/2022	
--------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

INFORME DE RESULTADOS No. 40279

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTIAGO DE PILLARO	TELEFONO:	03 3700470
DIRECCION:	SANTIAGO DE PILLARO / PILLARO / ROCAFUERTE 044 Y BOLIVAR	ATENCION A:	ING. JHOSEP ARELLANO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	GAD PILLARO
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL SALIDA		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	23/11/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TRES ESQUINAS WGS84 17M 0771236;9872184		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA.
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	23/11/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	23/11/2022 al 30/11/2022

NORMA: AM097A, ANEXO 1, TABLA 9. LIMITES DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Aceites y Grasas	AAA-PE-A001/ SM 5520 C	mg/L	< 0,1	30	CUMPLE	32,2%
1	Coliformes Fecales NMP	AAA-PE-A101/ SM 9223 B	NMP/100mL	>2420	2000	NO CUMPLE	NA
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	AAA-PE-A010/ SM 5210 D	mg/L	8	100	CUMPLE	23,1%
1	Demanda Química de Oxígeno	AAA-PE-A011/ SM 5220 C y D	mg/L	19	200	CUMPLE	18,7%
1	Detergentes Tensoactivos MBAS	AAA-PE-A012/ SM 5540 C	mg/L	0,055	0,5	CUMPLE	10,6%
1	Fósforo Total	AAA-PE-A019/ SM 4500-P C.	mg/L	1,9	10	CUMPLE	13,4%
1	Nitritos	AAA-PE-A025/ SM 4500-NO2 E	mg/L	0,12			16,6%
1	Sólidos Sedimentables	AAA-PE-A033/ SM 2540 F	mL/L	< 0,1			7,9%
1	Sólidos Suspendidos	AAA-PE-A034/ SM 2540 D	mg/L	< 30	130	CUMPLE	5,3%
1	Sulfatos	AAA-PE-A037/ SM 4500 SO42- E	mg/L	< 10,0	1000	CUMPLE	13,4%
1	Sólidos Totales	AAA-PE-A035/ SM 2540 B	mg/L	127	1600	CUMPLE	21,8%
1	pH in situ	AAA-PI-A002/ SM 4500-H+ B	unid pH	7,25	6 - 9	CUMPLE	1,0%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES

INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR:
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.

Quito, 30/11/2022



MUESTRAS COMPUESTAS



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 17-012

N° SE: 015-23

INFORME DE ANÁLISIS

NOMBRE: Giovanna Lissette Culqui Llamuca¹

INFORME N.º 015 - 23

EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA¹

N.º SE: 015 - 23

DIRECCIÓN: Ambato¹

TELÉFONO: 0999856756¹

FECHA DE RECEPCIÓN: 16/03/2023

FECHA DE INFORME: 22/03/2023

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual, PTAR¹

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN: MA - 029-23 Entrada¹
MA - 031-23 Salida¹

Agua residual
Agua residual

Condiciones Ambientales	T máx:	25 °C
	T min:	10°C

El laboratorio se responsabiliza únicamente del análisis, no de la obtención las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA – 029-23

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	7,98	+/- 0,08	16/03/2023
* DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D	246	N/A	16/03/2023
* DBO ₅	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B	176	N/A	16/03/2023
* Sólidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D	154	N/A	16/03/2023
* Sólidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 B	524	N/A	16/03/2023

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

1. Información proporcionada por el cliente. LSA no se responsabiliza de dicha información

-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

-LSA libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 17-012

Nº SE: 015-23

MA – 030-23

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	7,90	+/- 0,08	16/03/2023
* DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D	83	N/A	16/03/2023
* DBO ₅	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B	51	N/A	16/03/2023
* Sólidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D	68	N/A	16/03/2023
* Sólidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 B	402	N/A	16/03/2023

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 23º EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 23º EDICIÓN.

REGLA DE DECISIÓN ACORDADA: No aplica

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Firmado electrónicamente por:
**JUAN CARLOS
LARA ROMERO**

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

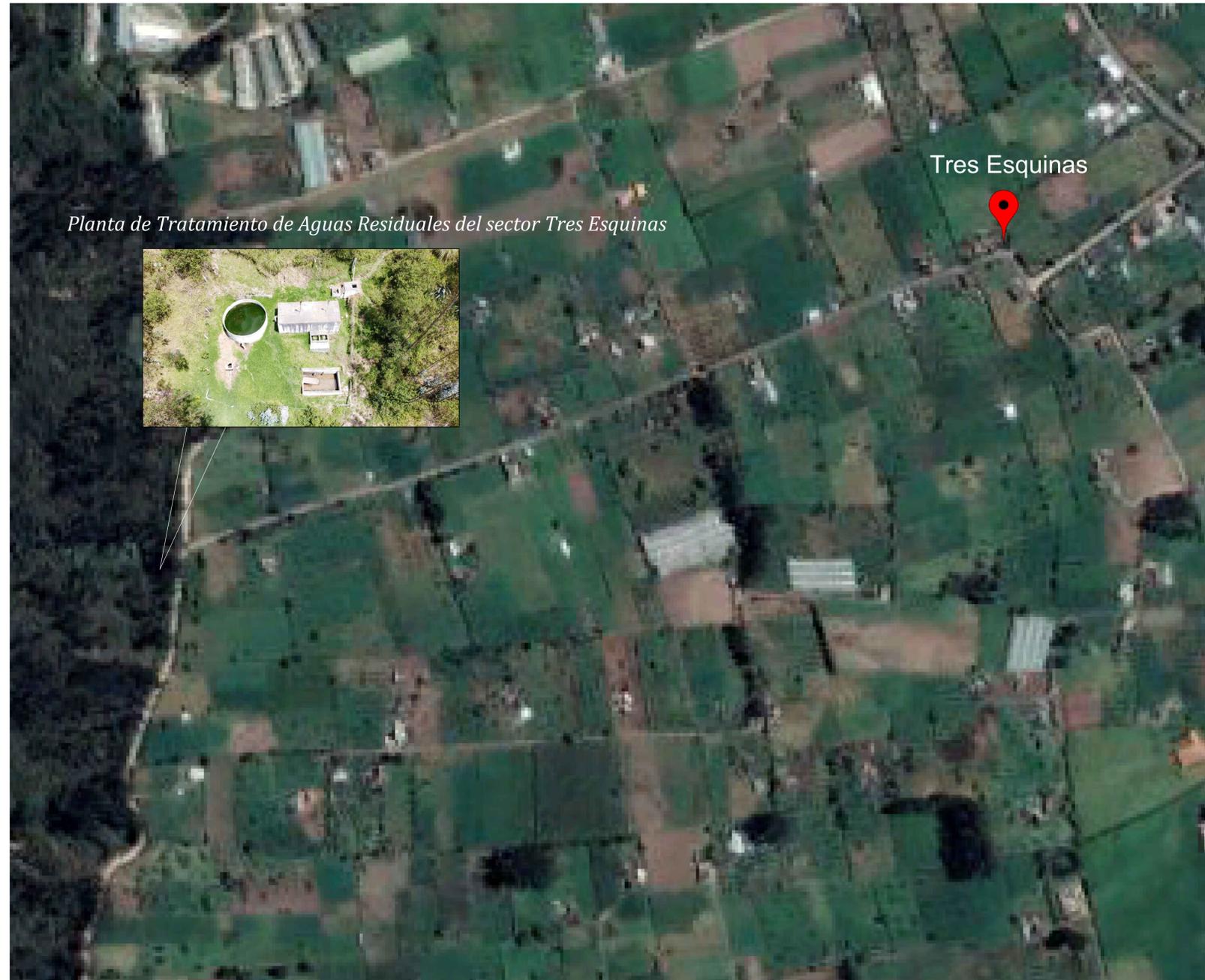
-
- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
 - 1. Información proporcionada por el cliente. LSA no se responsabiliza de dicha información
 - Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.
 - LSA libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados

ANEXO N°3: PLANOS

SECTOR TRES ESQUINAS



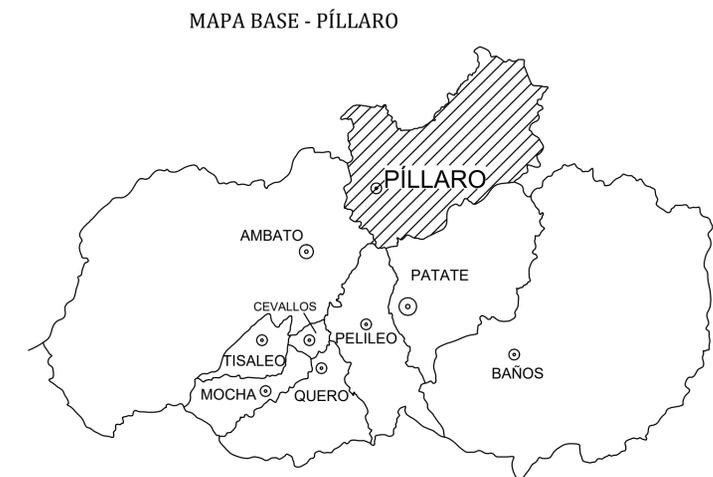
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector Tres Esquinas

PROVINCIA :	CANTÓN:	SECTOR:	PREDIO:
TUNGURAHUA	PÍLLARO	TRES ESQUINAS	PTAR

REFERENCIA CARTOGRÁFICA DEL CANTÓN PÍLLARO:



REFERENCIA CARTOGRÁFICA PARA LA UBICACIÓN

UBICACIÓN DEL PREDIO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - TRES ESQUINAS



"EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA UTM	ESCALA:	S/E	PLANO: 1/5
DATUM WGS-84 ZONA 17 S	SUPERFICIE:	400 m ²	FECHA: MARZO - 2023

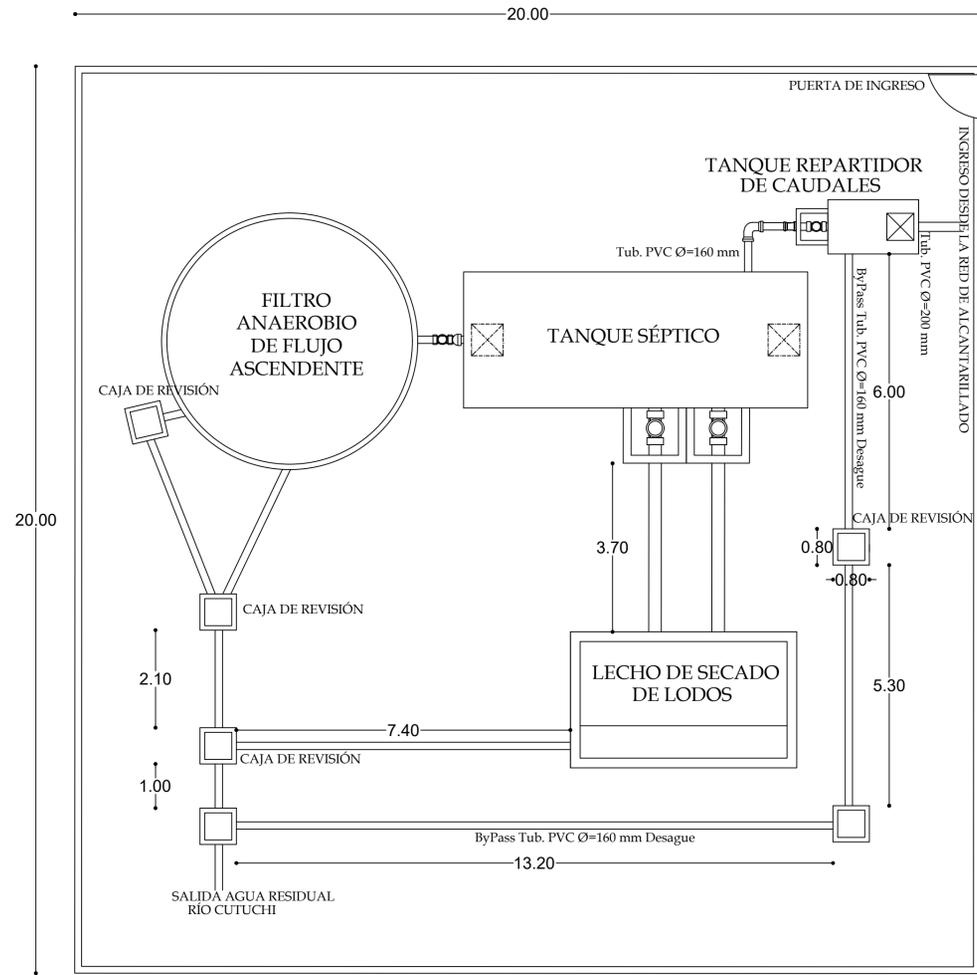
AUTOR:

GIOVANNA LISSETTE CULQUI LLAMUCA

TUTOR:

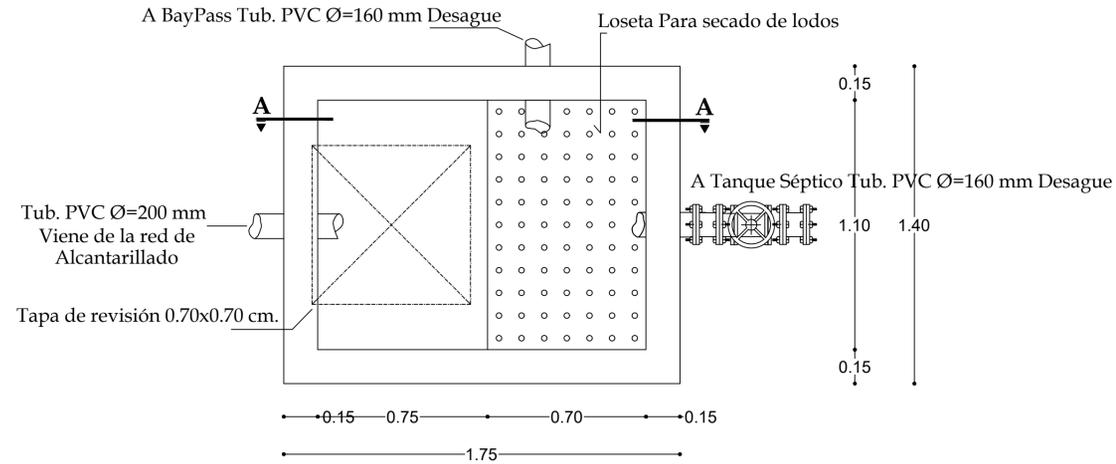
ING. MG. JORGE JAVIER GUEVARA ROBALINO

IMPLANTACIÓN PTAR



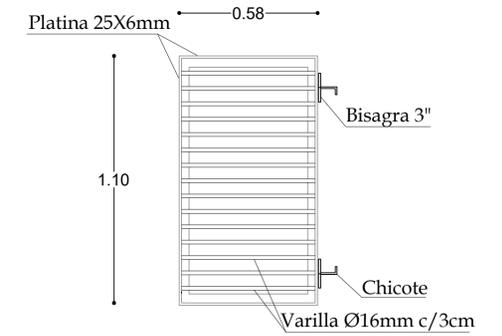
ESCALA: 1:75

TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES



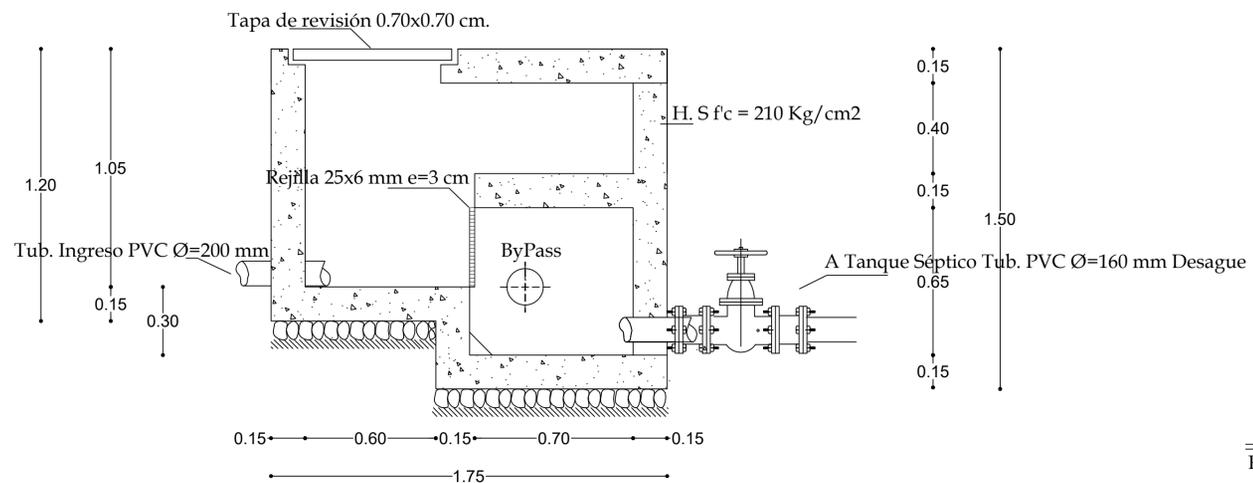
VISTA EN PLANTA

ESCALA: 1:15



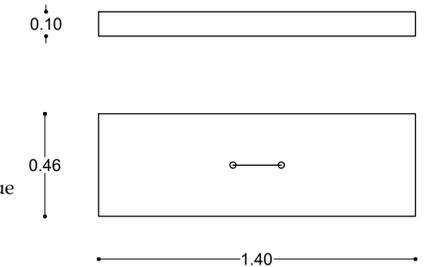
DETALLE DE LA REJILLA

ESCALA: 1:15



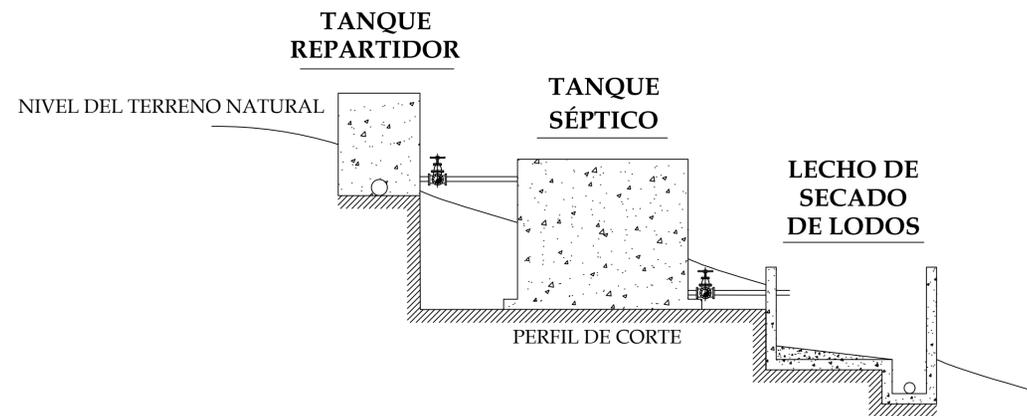
CORTE A - A'

ESCALA: 1:15



DETALLE DE LA LOSETA

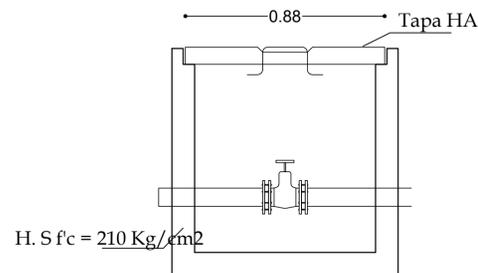
ESCALA: 1:15



UBICACIÓN

ETAPAS EN FUNCIÓN DEL RELIEVE DEL TERRENO

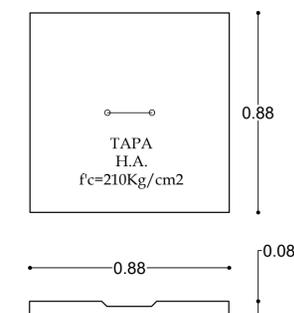
SIN ESCALA



VISTA EN PLANTA

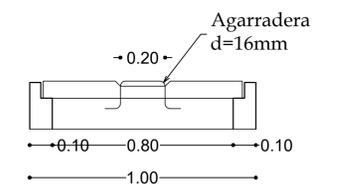
ESCALA: 1:15

CAJA PARA VÁLVULAS



DETALLE DE LA TAPA

ESCALA: 1:15



DETALLE DE LA TAPA

ESCALA: 1:15

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

NOMBRE: GIOVANNA LISSETTE CULQUI LLAMUCA

UBICACIÓN: BARRIO TRES ESQUINAS, PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

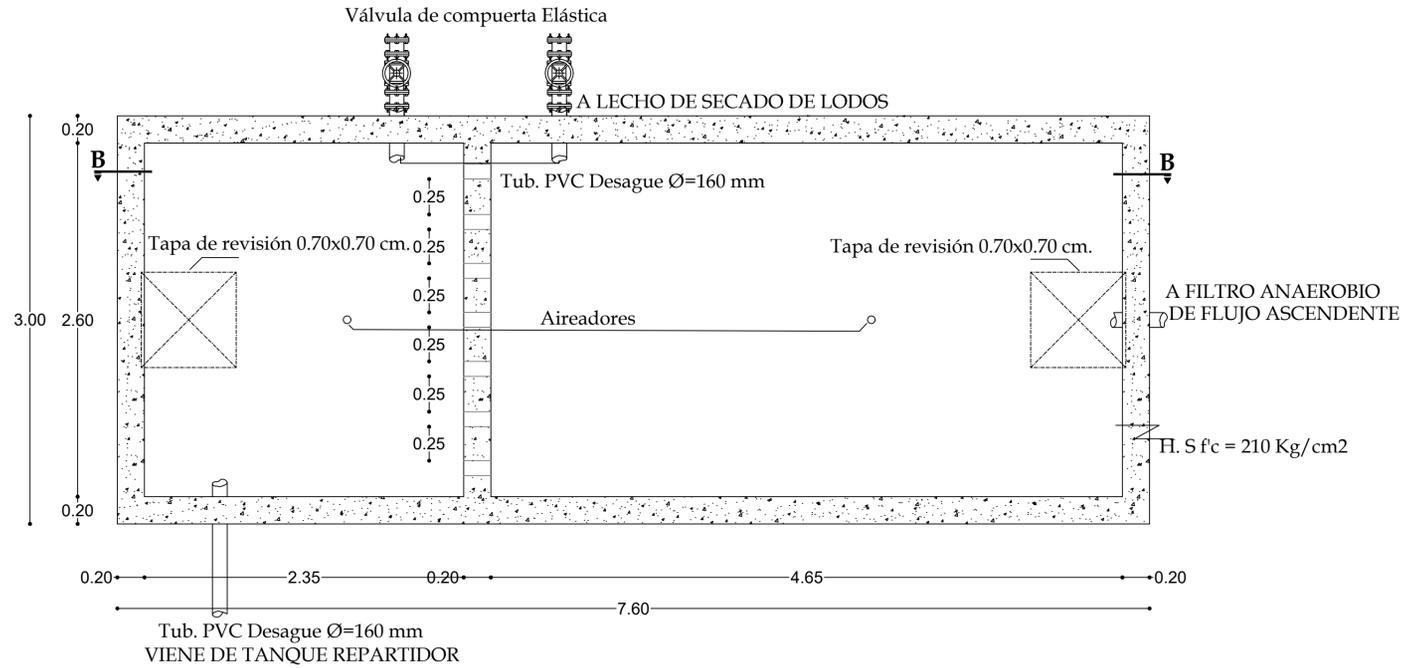
DOCENTE TUTOR: ING. MG. JORGE JAVIER GUEVARA ROBALINO

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

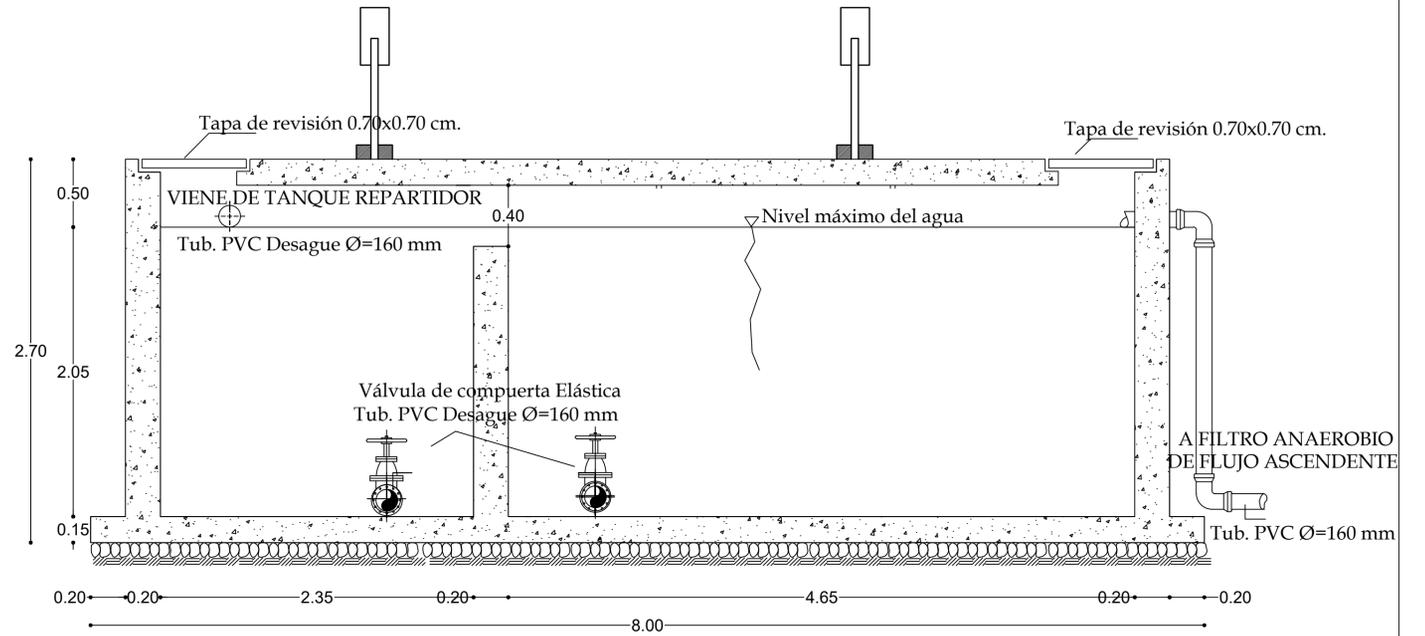
ESCALA: INDICADAS PLANO: 2/5

FECHA: MARZO - 2023

TANQUE SÉPTICO

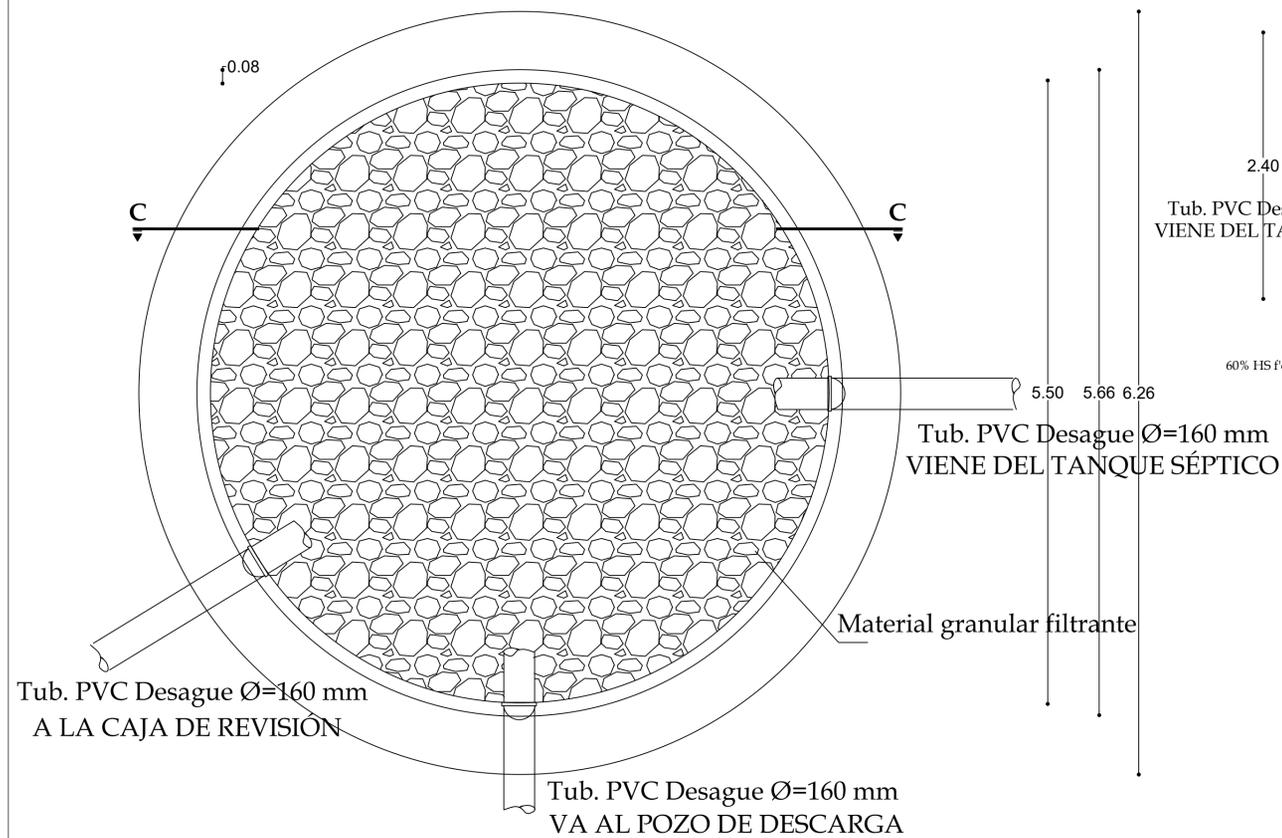


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:25

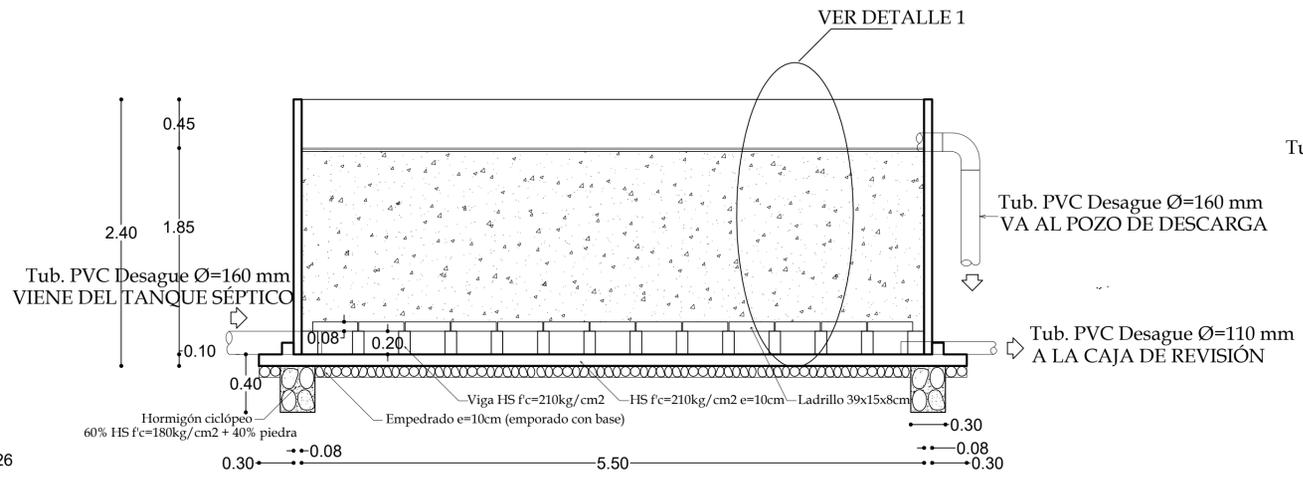


CORTE B - B'
ESCALA: 1:25

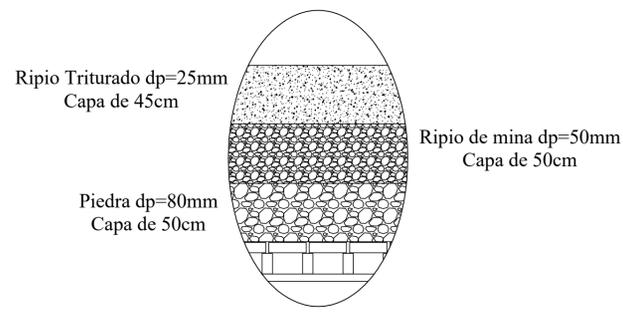
FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE



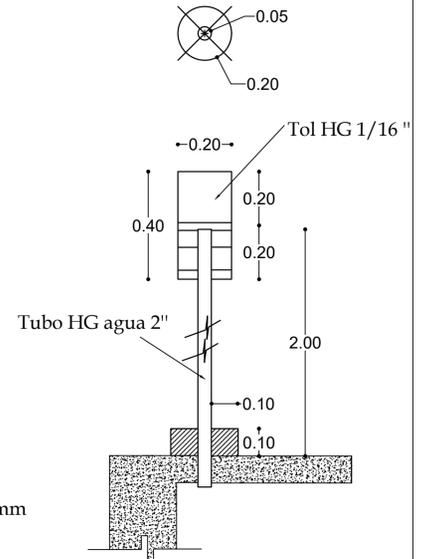
VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:30



CORTE C - C'
ESCALA: 1:30



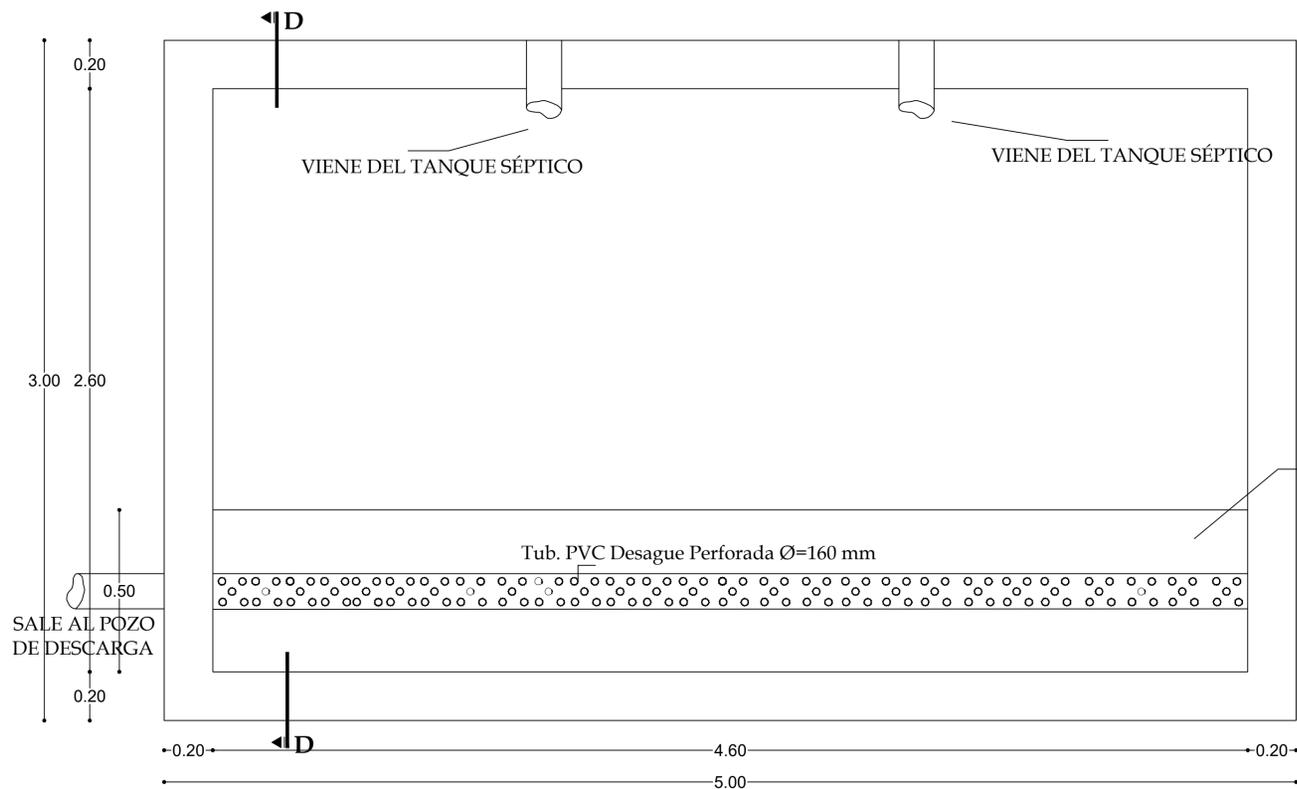
DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE DEL QUEMADOR
ESCALA: 1:30

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRES ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		
NOMBRE: GIOVANNA LISSETTE CULQUI LLAMUCA		
UBICACIÓN: BARRIO TRES ESQUINAS, PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		
DOCENTE TUTOR: ING. MG. JORGE JAVIER GUEVARA ROBALINO		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	ESCALA: INDICADAS	PLANO: 3/5
FECHA: MARZO - 2023		

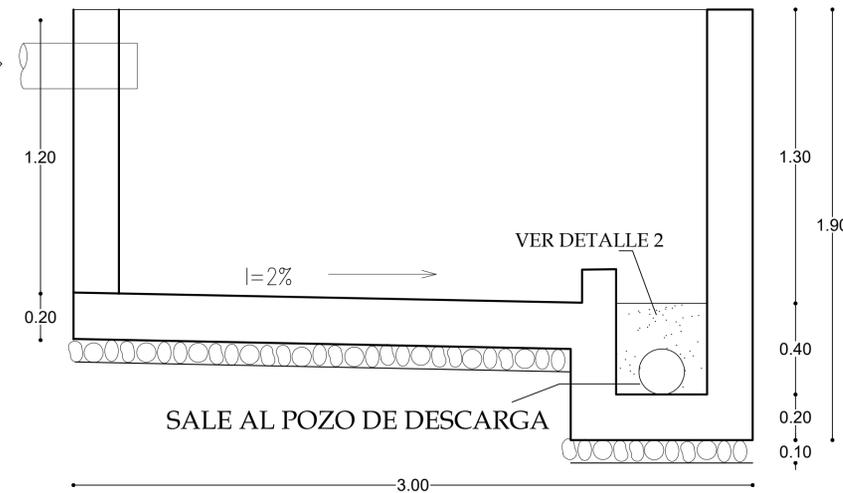
LECHO DE SECADO DE LODOS



VISTA EN PLANTA

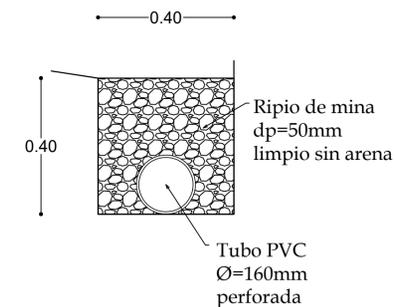
ESCALA: 1:15

VIENE DEL TANQUE SÉPTICO
Tub. PVC Desague Ø=160 mm



CORTE D - D'

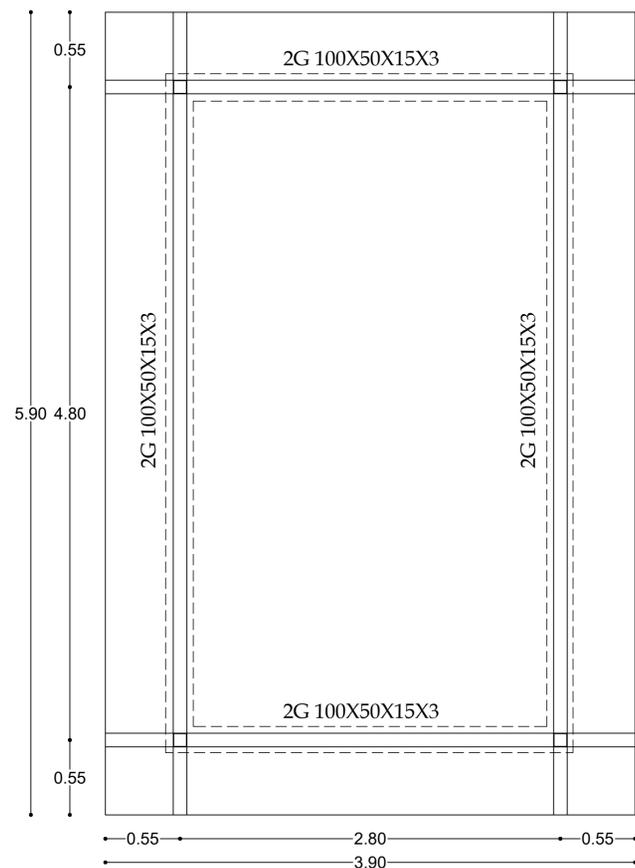
ESCALA: 1:15



DETALLE 2

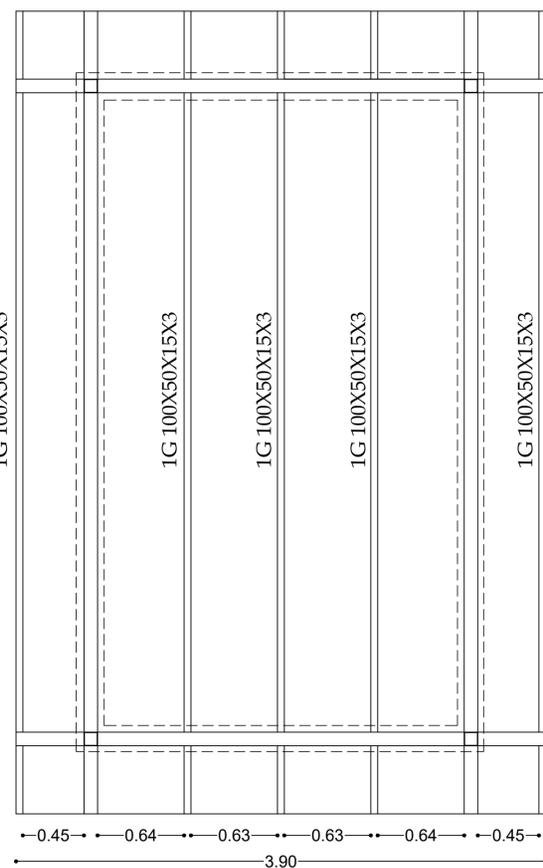
ESCALA: 1:10

CUBIERTA DEL LECHO DE SECADO DE LODOS



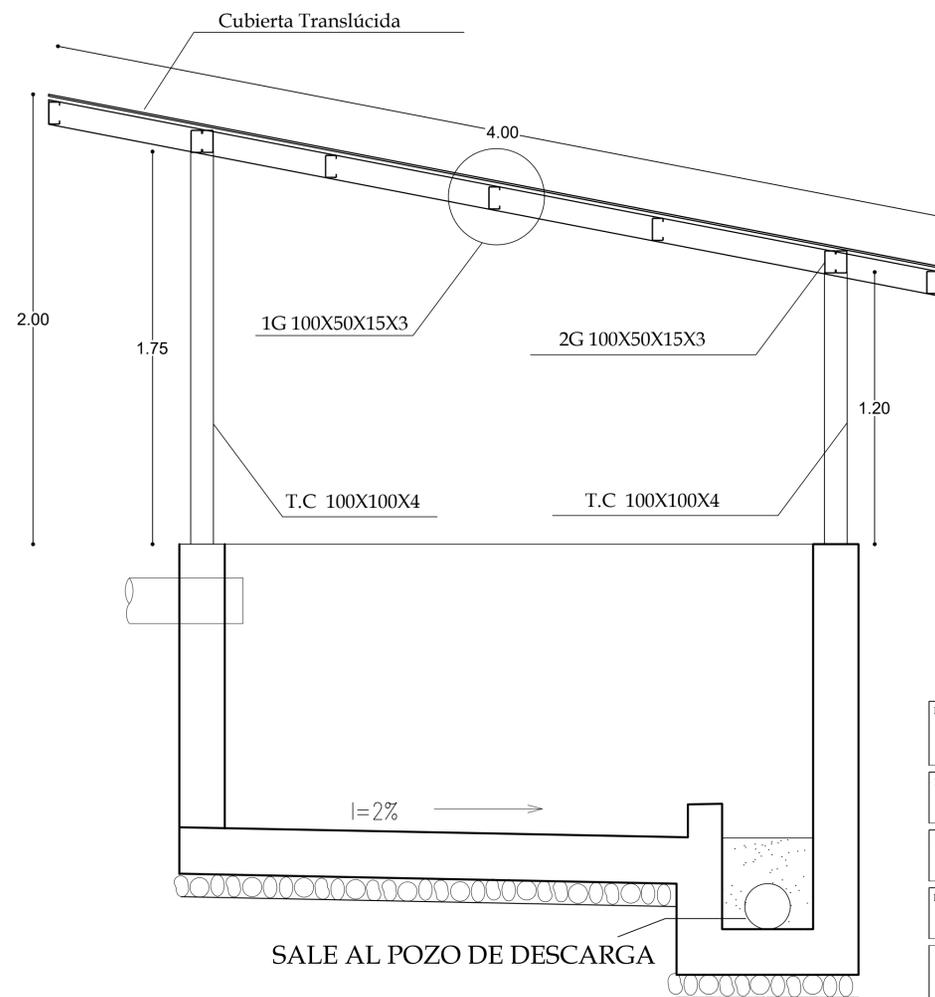
ARMADO PERFILES PRINCIPALES

ESCALA: 1:25



ARMADO PERFILES SECUNDARIOS

ESCALA: 1:25

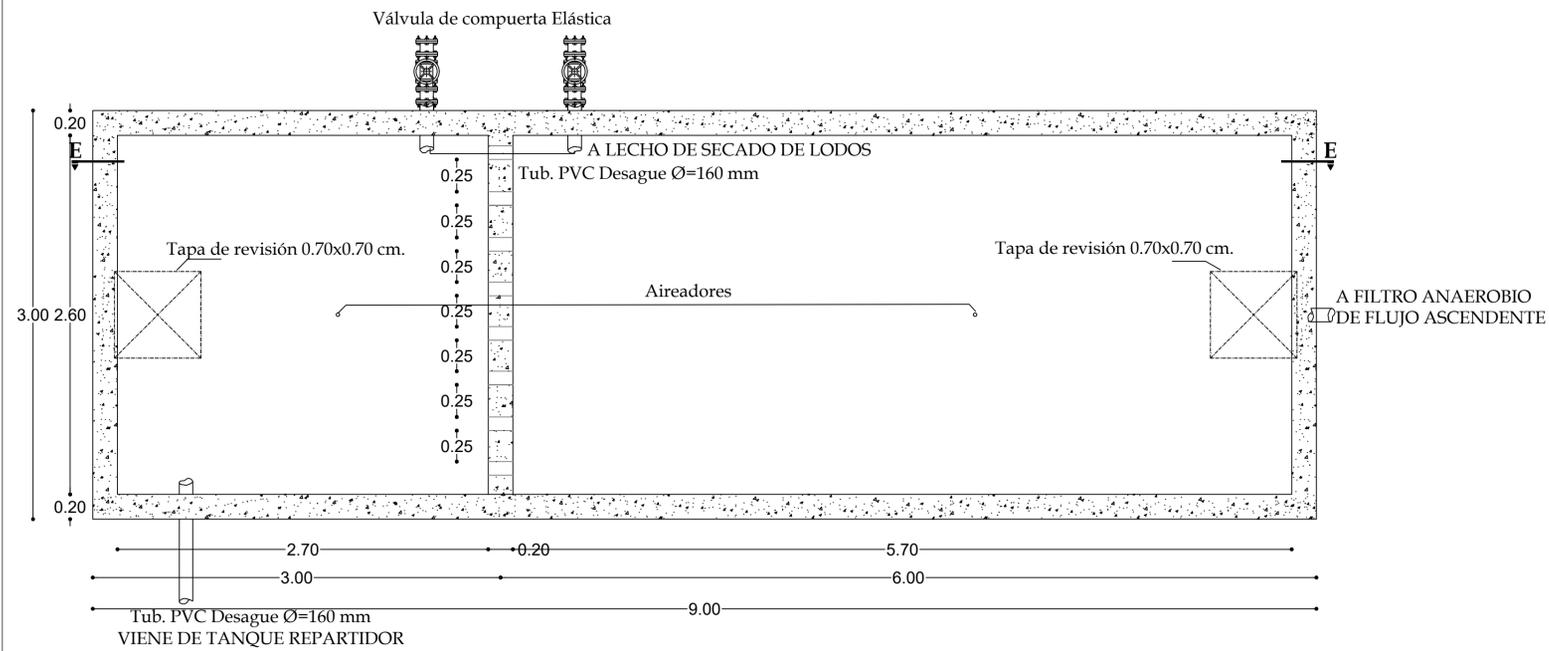


ARMADO CUBIERTA METÁLICA

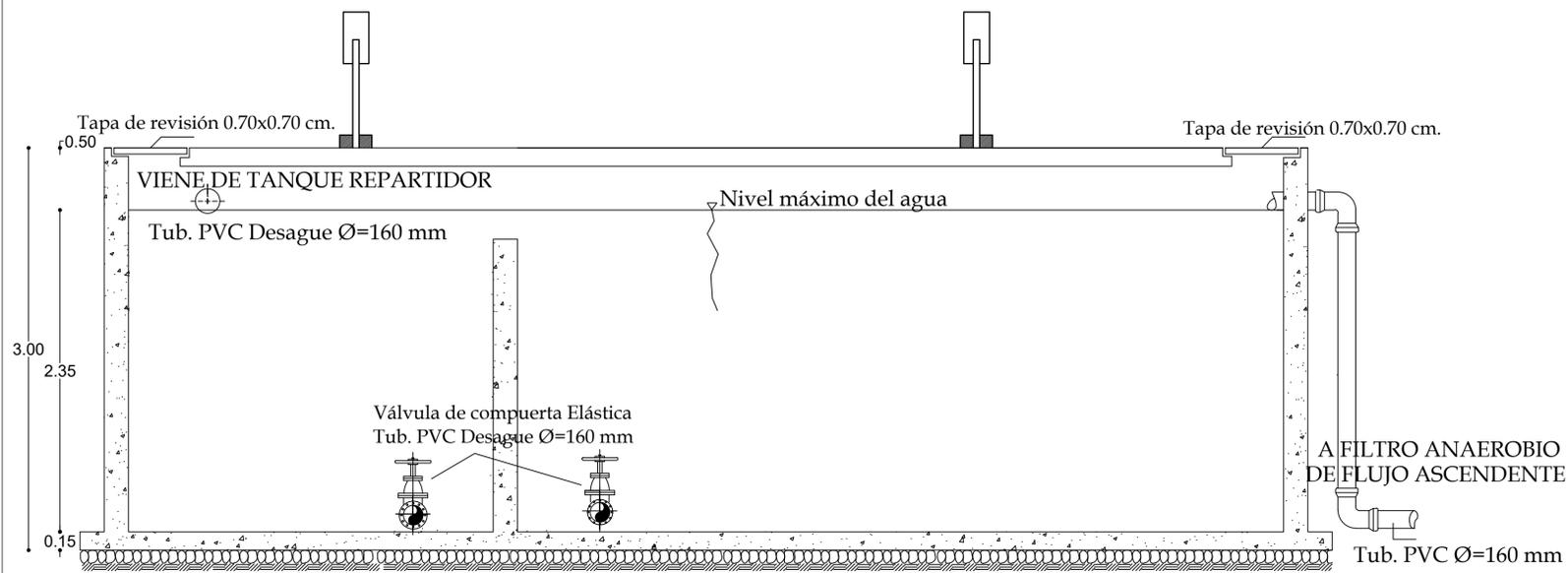
ESCALA: 1:15

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRIS ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		
NOMBRE: GIOVANNA LISSETTE CULQUI LLAMUCA		
UBICACIÓN: BARRIO TRIS ESQUINAS, PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		
DOCENTE TUTOR: ING. MG. JORGE JAVIER GUEVARA ROBALINO		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	ESCALA: INDICADAS	PLANO: 4/5
FECHA: MARZO - 2023		

REDISEÑO DEL TANQUE SÉPTICO

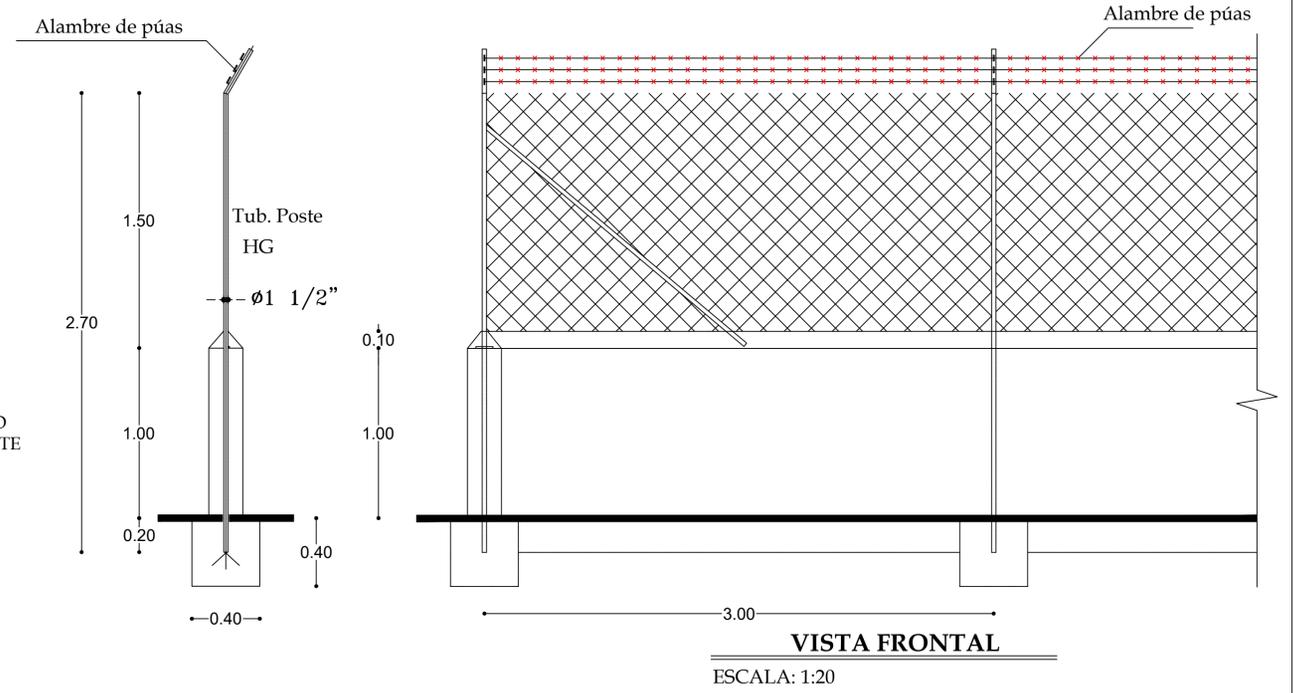


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:25

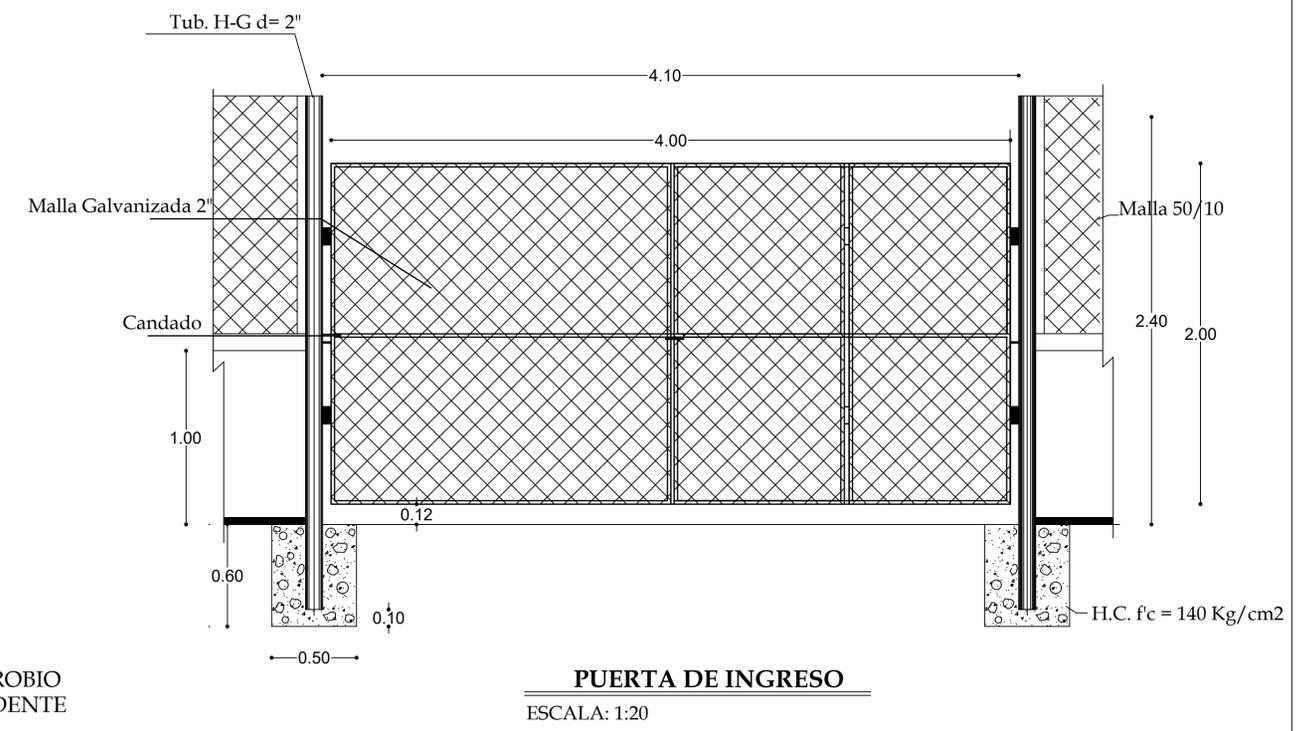


CORTE E - E'
ESCALA: 1:25

CERRAMIENTO



VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:20



PUERTA DE INGRESO
ESCALA: 1:20

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TRIS ESQUINAS DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		
NOMBRE: GIOVANNA LISSETTE CULQUI LLAMUCA		
UBICACIÓN: BARRIO TRIS ESQUINAS, PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		
DOCENTE TUTOR: ING. MG. JORGE JAVIER GUEVARA ROBALINO		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	ESCALA: INDICADAS	PLANO: 5/5
FECHA: MARZO - 2023		

ANEXO N°4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 001

UNIDAD: m2

DETALLE: Replanteo y nivelación

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O.					0.01	
Equipo Topográfico	1.00	5.00	5.00	0.02	0.10	
SUBTOTAL M					0.11	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.02	0.16	
Topógrafo (E.O. C1)	1.00	4.55	4.55	0.02	0.09	
SUBTOTAL N					0.25	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Estacas de madera	U	1.00	0.15	0.15		
Clavos	kg	0.10	1.78	0.18		
Pintura esmalte	gln	0.05	17.00	0.85		
SUBTOTAL O					1.18	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0.00	
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.54
					INDIRECTOS %	20.00%
					UTILIDAD %	0.00%
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.85
					VALOR OFERTADO	1.85

SON: Un dólar con ochenta y cinco centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 002

UNIDAD: m3

DETALLE: Excavación manual suelo natural H = 0-2m

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O.					0.25	
SUBTOTAL M					0.25	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.8	3.24	
Maestro de obra (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.4	1.73	
SUBTOTAL N					4.97	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL O					0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0.00	
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.22
					INDIRECTOS %	20.00%
					UTILIDAD %	0.00%
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.26
					VALOR OFERTADO	6.26

SON: Seis dólares con veintiseis centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 003

UNIDAD: m2

DETALLE: Empedrado para replantillo e = 10 cm, incluye emporado con sub-base

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.32	1.30
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.32	1.31
SUBTOTAL N					2.61
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Piedra	m3	0.10	10.00	1.00	
Arena	m3	0.05	8.00	0.40	
SUBTOTAL O					1.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.14
INDIRECTOS %				20.00%	0.83
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.97
VALOR OFERTADO					4.97

SON: Cuatro dólares con noventa y siete centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 004 **UNIDAD:** m3
DETALLE: Relleno compactado con material de excavación

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.08
Compactadora	1.00	6.25	6.25	0.30	1.88
SUBTOTAL M					1.96
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.15	1.22
Maestro de obras (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.10	0.43
SUBTOTAL N					1.65
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Agua	m3	0.10	0.54	0.05	
SUBTOTAL O					0.05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.66
INDIRECTOS %					20.00% 0.73
UTILIDAD %					0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.39
VALOR OFERTADO					4.39

SON: Cuatro dólares con treinta y nueve centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 005

UNIDAD: m2

DETALLE: Encofrado y desencofrado recto

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.16
SUBTOTAL M					0.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.60	2.43
Carpintero (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.20	0.82
SUBTOTAL N					3.25
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Listones	m	4.00	1.20	4.80	
Clavos	kg	0.20	1.78	0.36	
Tabla de encofrado 0.30x2.4 m	m2	0.56	2.20	1.23	
Alfajias 5x5x240 cm	ml	0.83	0.95	0.79	
Caña de guadua	ml	4.00	0.21	0.84	
Aceite quemado	gln	0.05	0.50	0.03	
SUBTOTAL O					8.05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.46
INDIRECTOS %				20.00%	2.29
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.75
VALOR OFERTADO					13.75

SON: Trece dólares con setenta y cinco centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 006

UNIDAD: m³

DETALLE: Hormigón simple, f_c = 210 kg/cm²

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					2.27
Concreteira	1.00	6.00	6.00	1.10	6.60
Vibrador	1.00	4.00	4.00	1.10	4.40
SUBTOTAL M					13.27
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	4.00	4.05	16.20	1.65	26.73
Maestro de obra (E.O C2)	1.00	4.33	4.33	1.20	5.20
Albañil (E.O D2)	2.00	4.10	8.20	1.65	13.53
SUBTOTAL N					45.46
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	kg	350.00	0.18	63.00	
Arena	m ³	0.65	8.00	5.20	
Ripio Triturado	m ³	0.95	15.00	14.25	
Agua	m ³	0.24	0.54	0.13	
SUBTOTAL O					82.58
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					141.31
INDIRECTOS %				20.00%	28.26
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					169.57
VALOR OFERTADO					169.57

SON: Ciento sesenta y nueve dólares con cincuenta y siete centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 007

UNIDAD: m²

DETALLE: Losa alivianada H.S. f'c 210 kg/cm² e=15 cm (Incluye alivianamientos)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.43
Concreteira	1.00	6.00	6.00	0.23	1.38
SUBTOTAL M					1.81
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	5.00	4.05	20.25	0.23	4.66
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (E.O. C1)	1.00	4.55	4.55	0.23	1.05
Albañil (E.O. D2)	3.00	4.10	12.30	0.23	2.83
SUBTOTAL N					8.54
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	kg	30.10	0.18	5.42	
Arena	m ³	0.05	8.00	0.40	
Ripio Triturado	m ³	0.07	15.00	1.05	
Agua	m ³	0.20	0.54	0.11	
Bloque pesado E=10 cm vibrado	u	8.00	0.28	2.24	
Rieles	u	2.00	2.2	4.40	
Pingos 2,5 m	u	8.00	2.2	17.60	
Clavos	kg	0.50	1.78	0.89	
Madera de monte	u	2.50	2.40	6.00	
SUBTOTAL O					38.11
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					48.46
INDIRECTOS %				20.00%	9.69
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				58.15	
VALOR OFERTADO				58.15	

SON: Cincuenta y ocho dólares con quince centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 008 **UNIDAD:** kg
DETALLE: Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.03
SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.08	0.32
Fierrero (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.04	0.16
Maestro de obra (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.004	0.02
SUBTOTAL N					0.50
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Acero refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	1.05	1.27	1.33	
Alambre negro #18	kg	0.05	2.54	0.13	
SUBTOTAL O					1.46
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.99
INDIRECTOS %				20.00%	0.4
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.39
VALOR OFERTADO					2.39

SON: Dos dólares con treinta y nueve centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 009

UNIDAD: m2

DETALLE: Enlucido mortero 1:2 paletado fino (e = 1.5 cm) con impermeabilizante

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.24
SUBTOTAL M					0.24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.50	2.03
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.50	2.05
Maestro de obra (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.15	0.65
SUBTOTAL N					4.73
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	kg	6.60	0.18	1.19	
Arena	m3	0.04	8.00	0.34	
Agua	m3	0.15	0.54	0.08	
Impermeabilizante	lts	0.13	5.00	0.65	
Andamios	glb	0.90	3	2.70	
SUBTOTAL O					4.96
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.93
INDIRECTOS %				20.00%	1.99
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.92
VALOR OFERTADO					11.92

SON: Once dólares con noventa y dos centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 010

UNIDAD: m²

DETALLE: Enlucido mortero 1:3 paletado fino (e = 1.5 cm)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.24
SUBTOTAL M					0.24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.50	2.03
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.50	2.05
Maestro de obra (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.15	0.65
SUBTOTAL N					4.73
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	kg	5.50	0.18	0.99	
Arena	m ³	0.04	8.00	0.32	
Agua	m ³	0.20	0.54	0.11	
Andamios	glb	0.90	3	2.70	
SUBTOTAL O					4.12
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.09
INDIRECTOS %				20.00%	1.82
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.91
VALOR OFERTADO					10.91

SON: Diés dólares con noventa y un centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 011 **UNIDAD:** m
DETALLE: Tubería PVC d = 160 mm desague NTE-INEN 2059

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.14
SUBTOTAL M					0.14
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.40	1.62
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.30	1.23
SUBTOTAL N					2.85
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubería pvc de alcantarillado corrugado d=160 mm	m	1.00	10.87	10.87	
Polilimpia	gl	0.01	32.97	0.16	
Polipega	gl	0.01	54.51	0.55	
SUBTOTAL O					11.58
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.57
INDIRECTOS %				20.00%	2.91
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.48
VALOR OFERTADO					17.48

SON: Diecisiete dólares con cuarenta y ocho centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 012

UNIDAD: u

DETALLE: Codo 90° PVC d = 160 mm desague

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.07
SUBTOTAL M					0.07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Plomero (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.16	0.66
Ayudante (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.16	0.65
SUBTOTAL N					1.31
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Codo pvc desague; d=160 mm	u	1.00	10.50	10.50	
Poliimpia	gln	0.012	32.97	0.40	
Polipega	gln	0.012	54.51	0.65	
SUBTOTAL O					11.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.93
INDIRECTOS %				20.00%	2.59
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.52
VALOR OFERTADO					15.52

SON: Quince dólares con cincuenta y dos centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 013

UNIDAD: u

DETALLE: Tee PVC d = 160 mm desague

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.07
SUBTOTAL M					0.07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Plomero (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.16	0.66
Ayudante (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.16	0.65
SUBTOTAL N					1.31
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tee pvc; d=160 mm	u	1.00	12.50	12.50	
Poliimpia	gln	0.012	32.97	0.40	
Polipega	gln	0.012	54.51	0.65	
SUBTOTAL O					13.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.93
INDIRECTOS %				20.00%	2.99
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.92
VALOR OFERTADO					17.92

SON: Diecisiete dólares con noventa y dos centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 014 **UNIDAD:** u
DETALLE: Kit válvula de control 160 mm (según especificación y diseño)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.63
SUBTOTAL M					1.63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Plomero (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	2.67	10.95
Ayudante (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	2.67	21.63
SUBTOTAL N					32.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Válvula de compuerta h.f.d=160 mm	u	1.00	436.67	436.67	
Uniones gibault d=variable	u	2.00	33.00	66.00	
SUBTOTAL O					502.67
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					536.88
INDIRECTOS %				20.00%	107.38
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					644.26
VALOR OFERTADO					644.26

SON: Seiscientos cuarenta y cuatro dólares con veintiseis centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 015 **UNIDAD:** u
DETALLE: Ducto de ventilación 2"

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.20
SUBTOTAL M					0.20
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.32	1.31
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.32	2.59
SUBTOTAL N					3.90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo h-g d=2"	m	1.00	8.95	8.95	
Neplo h-g d=2" l=0,10 m	u	1.00	0.58	0.58	
Codo h-g 90° d=2"	u	2.00	1.45	2.90	
SUBTOTAL O					12.43
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.53
INDIRECTOS %				20.00%	3.31
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.84
VALOR OFERTADO					19.84

SON: Diecinueve dólares con ochenta y cuatro centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 016
DETALLE: Mejoramiento de suelo

UNIDAD: m³

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.22
Compactadora	1.00	6.25	6.25	0.15	0.94
SUBTOTAL M					1.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.10	0.43
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05
SUBTOTAL N					4.48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Piedra bola	m ³	0.66	12.00	7.92	
Sub-base clase 3	m ³	0.440	4.30	1.89	
Agua	m ³	0.020	0.54	0.01	
SUBTOTAL O					9.82
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.46
INDIRECTOS %				20.00%	3.09
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.55
VALOR OFERTADO					18.55

SON: Dieciocho dólares con cincuenta y cinco centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 017

UNIDAD: u

DETALLE: Rastrillado de la basura acumulada en la rejilla.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.11
SUBTOTAL M					0.11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.50	2.17
SUBTOTAL N					2.17
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Manguera de 30 metros con un diámetro de 3/8 de pulgada	u	0.02	50.50	1.01	
SUBTOTAL O					1.01
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.29
				INDIRECTOS %	20.00%
				UTILIDAD %	0.00%
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.95
				VALOR OFERTADO	3.95

SON: Tres dólares con noventa y cinco centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades semanales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 018 **UNIDAD:** u
DETALLE: Chequeo de tuberías

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.17	0.74
SUBTOTAL N					0.74
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.78
INDIRECTOS %				20.00%	0.16
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.94
VALOR OFERTADO					0.94

SON: Cero dólares con noventa y cuatro centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades diarias realizadas a la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 019

UNIDAD: u

DETALLE: Escobillado de natas flotantes

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.31
SUBTOTAL M					0.31
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.50	2.17
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.50	4.05
SUBTOTAL N					6.22
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.53
INDIRECTOS %				20.00%	1.31
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.84
VALOR OFERTADO					7.84

SON: Siete dólares con ochenta y cuatro centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades semanales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 020

UNIDAD: u

DETALLE: Eliminación del exceso de lodos

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.08	0.32
SUBTOTAL N					0.32
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Manguera de 30 metros con un diámetro de 3/8 de pulgada	u	0.08	50.50	4.04	
Carro cisterna con bomba de vacío	u	0.17	120.00	20.40	
SUBTOTAL O					24.44
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.78
INDIRECTOS %				20.00%	4.96
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.74
VALOR OFERTADO					29.74

SON: Veintinueve dólares con setenta y cuatro centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades mensuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 021

UNIDAD: u

DETALLE: Limpieza total del tanque

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.24
SUBTOTAL M					1.24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	2.00	8.66
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	2.00	16.20
SUBTOTAL N					24.86
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Manguera de 30 metros con un diámetro de 3/8 de pulgada	u	0.08	50.50	4.04	
Carro cisterna con bomba de vacío	u	0.17	120.00	20.40	
SUBTOTAL O					24.44
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					50.54
INDIRECTOS %				20.00%	10.11
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					60.65
VALOR OFERTADO					60.65

SON: Sesenta dólares con sesenta y cinco centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades anuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 022

UNIDAD: u

DETALLE: Extracción de capa vegetal y material filtrante

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.68
SUBTOTAL M					1.68
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	4.00	17.32
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	4.00	16.20
SUBTOTAL N					33.52
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Manguera de 30 metros con un diámetro de 3/8 de pulgada	u	0.08	50.50	4.04	
Carro cisterna con bomba de vacío	u	0.17	120.00	20.40	
SUBTOTAL O					24.44
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					59.64
INDIRECTOS %				20.00%	11.93
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					71.57
VALOR OFERTADO					71.57

SON: Setenta y un dólares con cincuenta y siete centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades anuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 023

UNIDAD: u

DETALLE: Esparcimiento de lodos

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.31
SUBTOTAL M					0.31
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	0.50	2.17
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.50	4.05
SUBTOTAL N					6.22
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.53
INDIRECTOS %				20.00%	1.31
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.84
VALOR OFERTADO					7.84

SON: Siete dólares con ochenta y cuatro centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades semanales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 024

UNIDAD: u

DETALLE: Retiro de lodos

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.62
SUBTOTAL M					0.62
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador (E.O. C2)	1.00	4.33	4.33	1.00	4.33
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	1.00	8.10
SUBTOTAL N					12.43
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.05
INDIRECTOS %				20.00%	2.61
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.66
VALOR OFERTADO					15.66

SON: Quince dólares con sesenta y seis centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades semanales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 025

UNIDAD: m2

DETALLE: Limpieza y desbroce manual de área con vegetación

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.03
SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.17	0.69
SUBTOTAL N					0.69
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.72
INDIRECTOS %				20.00%	0.14
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.86
VALOR OFERTADO					0.86

SON: Cero dólares con ochenta y seis centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades mensuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 026

UNIDAD: m2

DETALLE: Reparación de fisuras mortero 1:2 paletado fino (e = 1.5 cm) con impermeabilizante

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.17
SUBTOTAL M					0.17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.27	2.19
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.27	1.11
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (E.O. C1)	0.10	4.55	0.46	0.27	0.12
SUBTOTAL N					3.42
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	0.35	7.85	2.75	
Arena puesto en sitio	m3	0.20	15.00	3.00	
Agua	m3	0.10	1.50	0.15	
Aditivo de hormigones	kg	0.05	4.90	0.25	
SUBTOTAL O					6.15
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.74
INDIRECTOS %				20.00%	1.95
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.69
VALOR OFERTADO					11.69

SON: Once dólares con sesenta y nueve centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 027

UNIDAD: m2

DETALLE: Pintura de caucho látex vinilo acrílico, exterior

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Pintor (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.25	1.03
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.25	1.01
SUBTOTAL N					2.04
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Pintura látex vinyl	gln	0.07	18.21	1.27	
Lija N100 (Pliego)	u	0.20	0.50	0.10	
SUBTOTAL O					1.37
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.51
INDIRECTOS %				20.00%	0.7
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.21
VALOR OFERTADO					4.21

SON: Cuatro dólares con veintitún centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 028 **UNIDAD:** u
DETALLE: Suministro y colocación de señalética triangular de PVC de 297x210mm, de advertencia

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	0.17	4.05	0.69	0.50	0.34
SUBTOTAL N					0.34
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Señal de advertencia, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma triangular sobre fondo amarillo.	u	1.00	5.18	5.18	
Kit adhesivo para fijación de señales de seguridad y salud	u	1.00	1.10	1.10	
SUBTOTAL O					6.28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.64
INDIRECTOS %				20.00%	1.33
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.97
VALOR OFERTADO					7.97

SON: Siete dólares con noventa y siete centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades mensuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 029 **UNIDAD:** u
DETALLE: Suministro y colocación de señalética circular de PVC de 297x210mm, de prohibición

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	0.17	4.05	0.69	0.50	0.34
SUBTOTAL N					0.34
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Señal de prohibición, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma rojo de forma circular sobre fondo blanco.	u	1.00	5.18	5.18	
Kit adhesivo para fijación de señales de seguridad y salud	u	1.00	1.10	1.10	
SUBTOTAL O					6.28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.64
INDIRECTOS %				20.00%	1.33
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.97
VALOR OFERTADO					7.97

SON: Siete dólares con noventa y siete centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades mensuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 030 **UNIDAD:** u
DETALLE: Suministro y colocación de señalética rectangular de PVC de 297x210mm, informativa

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	0.17	4.05	0.69	0.50	0.34
SUBTOTAL N					0.34
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Señal informativa, de PVC, de 297x210 mm, con pictograma de colores de forma rectangular sobre fondo blanco.	u	1.00	16.96	16.96	
Kit adhesivo para fijación de señales de seguridad y salud	u	1.00	1.10	1.10	
SUBTOTAL O					18.06
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.42
INDIRECTOS %					20.00%
UTILIDAD %					0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.10
VALOR OFERTADO					22.10

SON: Veintodos dólares con diez centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades mensuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 031 **UNIDAD:** u
DETALLE: Suministro y colocación de letrero de obra

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.32
SUBTOTAL M					0.32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (E.O. C1)	1.00	4.55	4.55	0.50	2.28
SUBTOTAL N					6.33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Letrero de obra	u	1.00	45.00	45.00	
Kit adhesivo para fijación de señales de seguridad y salud	u	1.00	1.10	1.10	
SUBTOTAL O					46.10
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					52.75
INDIRECTOS % 20.00%					10.55
UTILIDAD % 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					63.30
VALOR OFERTADO					63.30

SON: Sesenta y tres dólares con treinta centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye actividades mensuales realizadas en la PTAR.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 032
DETALLE: Replanteo y nivelación lineal

UNIDAD: km

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					5.10
Equipo topográfico	1.00	5.00	5.00	5.00	25.00
SUBTOTAL M					30.10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo 1 (E.O. C1)	1.00	4.55	4.55	8.00	36.40
Cadenero (E.O. D2)	2.00	4.10	8.20	8.00	65.60
SUBTOTAL N					102.00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Estacas de madera	u	50.00	0.15	7.50	
Clavos	kg	2.000	1.78	3.56	
Pintura esmalte	gl	0.150	17.00	2.55	
Mojones	u	1.00	5.25	5.25	
SUBTOTAL O					18.86
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					150.96
INDIRECTOS %				20.00%	30.19
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					181.15
VALOR OFERTADO					181.15

SON: Ciento ochenta y un dólares con quince centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 033

UNIDAD: m3

DETALLE: Hormigón ciclópeo f'c = 180 kg/cm2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.20
Concreteira	1.00	6.00	6.00	1.00	6.00
SUBTOTAL M					7.20
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (E.O. C1)	1.00	4.55	4.55	1.00	4.55
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	1.20	4.92
Peón (E.O. E2)	3.00	4.05	12.15	1.20	14.58
SUBTOTAL N					24.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	kg	300.00	0.18	54.00	
Arena	m3	0.475	8.00	3.80	
Piedra	m3	0.950	10.00	9.50	
Agua	m3	0.24	0.54	0.13	
SUBTOTAL O					67.43
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					98.68
INDIRECTOS %				20.00%	19.74
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					118.42
VALOR OFERTADO					118.42

SON: Ciento dieciocho dólares con cuarenta y dos centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 034

UNIDAD: m²

DETALLE: Mampostería de bloque macizo e = 0.15 m

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.32
SUBTOTAL M					0.32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.53	2.17
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.53	4.29
SUBTOTAL N					6.46
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Bloque macizo e=0,12 m	u	13	0.30	3.90	
Cemento	kg	5.50	0.18	0.99	
Arena	m ³	0.130	8.00	1.04	
Agua	m ³	0.09	0.54	0.05	
SUBTOTAL O					5.98
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.76
INDIRECTOS %				20.00%	2.55
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.31
VALOR OFERTADO					15.31

SON: Quince dólares con treinta y un centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 035

UNIDAD: m

DETALLE: Suministro e instalación malla de cerramiento 50/10; H = 1.50 m

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.17
SUBTOTAL M					0.17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.27	1.11
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.27	2.19
SUBTOTAL N					3.30
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Malla de cerramiento 50/10	m2	1.50	11.85	17.78	
Tubo poste H-G d=1 1/2"	m	0.90	7.00	6.30	
Alambre de puas	m	3.00	0.36	1.08	
SUBTOTAL O					25.16
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					28.63
INDIRECTOS %				20.00%	5.73
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					34.36
VALOR OFERTADO					34.36

SON: Treinta y cuatro dólares con treinta y seis centavos

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 036

UNIDAD: u

DETALLE: Puerta malla H = 2.20 m; L = 4 m

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.98
SUBTOTAL M					0.98
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	1.60	6.56
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	1.60	12.96
SUBTOTAL N					19.52
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Puerta malla H=2,20 m; L=4 m	u	1.00	280.00	280.00	
SUBTOTAL O					280.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					300.50
INDIRECTOS %				20.00%	60.1
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					360.60
VALOR OFERTADO					360.60

SON: Tres cientos sesenta dólares con sesenta centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 037 **UNIDAD:** kg
DETALLE: Instalación de estructura metálica, acero A36

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.08
Soldadura	1.00	5.00	5.00	0.10	0.50
SUBTOTAL M					0.58
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (E.O. E2)	5.00	4.05	20.25	0.05	1.01
Fierrero/pintor (E.O. D2)	2.00	4.10	8.20	0.05	0.41
Soldador (E.O. C3)	1.00	4.16	4.16	0.05	0.21
SUBTOTAL N					1.63
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Perfil estructural	kg	1.02	1.30	1.33	
Suelda 60/11	kg	0.05	4.90	0.25	
Pintura base	gln	0.05	35.00	1.75	
Pintura de poliuretano	gln	0.05	80.00	4.00	
Thinner de poliuretano	gln	0.05	16.52	0.83	
SUBTOTAL O					8.16
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10.37
INDIRECTOS %				20.00%	2.07
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12.44
VALOR OFERTADO					12.44

SON: Doce dólares con cuarenta y cuatro centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 038
DETALLE: Entechado de galvalume e = 0.40 mm

UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.11
Equipo de seguridad entachado	1.00	1.00	1.00	0.05	0.05
SUBTOTAL M					0.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Instalador (E.O. D2)	0.17	4.10	0.70	0.80	0.56
Peón (E.O. E2)	0.51	4.05	2.07	0.80	1.65
SUBTOTAL N					2.21
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Estilpanel/ Trenchos galvalume AR-2000 e = 0.40 mm	m2	1.00	10.34	10.34	
Tornillos 1 a 2 pulgadas	u	2.69	0.04	0.11	
SUBTOTAL O					10.45
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.82
INDIRECTOS %				20.00%	2.56
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.38
VALOR OFERTADO					15.38

SON: Quince dólares con treinta y ocho centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 039 **UNIDAD:** ml
DETALLE: Canal recolector de A LL H = 15 cm, A = 30 cm, tool galvanizado

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.15
Soldadura	1.00	5.00	5.00	0.02	0.10
SUBTOTAL M					0.25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (E.O. E2)	0.50	4.05	2.03	0.50	1.01
Soldador (E.O. C3)	1.00	4.16	4.16	0.50	2.08
SUBTOTAL N					3.09
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Canal prefabricado recolector de agua lluvia	m	1.00	6.50	6.50	
Suelda 60/11	kg	0.30	1.25	0.38	
Ganchos para caales de tool (Acc. Fijación)	u	1.00	2.18	2.18	
SUBTOTAL O					9.06
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.40
INDIRECTOS %				20.00%	2.48
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.88
VALOR OFERTADO					14.88

SON: Catorce dólares con ochenta y ocho centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 040

UNIDAD: m2

DETALLE: Bajante de agua lluvia PVC 110mm, incluye cono

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
Peón (E.O. E2)	1.00	4.05	4.05	0.10	0.41
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (E.O. C1)	0.50	4.55	2.28	0.02	0.05
SUBTOTAL N					0.87
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC 110 mm x 3 m DESAGUE	u	0.42	14.99	6.24	
Abrazadera para fijar	u	2.00	1.00	2.00	
Pegatubo	gln	0.010	18.40	0.18	
Codo PVC 110mm 90°	u	3.00	4.45	13.35	
SUBTOTAL O					21.77
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22.68
INDIRECTOS %				20.00%	4.54
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					27.22
VALOR OFERTADO					27.22

SON: Veintisiete dólares con veintidos centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lissette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 041 **UNIDAD:** u
DETALLE: Monitoreo del análisis físico-químico del efluente

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.82
SUBTOTAL M					1.82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Laboratorista (E.O. C1)	1.00	4.55	4.55	8.00	36.40
SUBTOTAL N					36.40
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Análisis físico-químico del agua residual, incl. Muestreo y transporte	u	2.00	100.00	200.00	
SUBTOTAL O					200.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					238.22
INDIRECTOS %				20.00%	47.64
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					285.86
VALOR OFERTADO					285.86

SON: Doscientos ochenta y cinco dólares con ochenta y seis centavos.

OBSERVACIONES: El rubro incluye dos muestras de líquido residual de descarga.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lissette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 042

UNIDAD: m2

DETALLE: Blanqueado con cemento blanco dos manos (Cerramiento)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.24
SUBTOTAL M					0.24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil (E.O. D2)	1.00	4.10	4.10	0.40	1.64
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.40	3.24
SUBTOTAL N					4.88
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento Blanco	kg	0.20	0.35	0.07	
Agua	m3	0.01	0.54	0.01	
SUBTOTAL O					0.08
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.20
INDIRECTOS %				20.00%	1.04
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.24
VALOR OFERTADO					6.24

SON: Seis dólares con veinticuatro centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Carrera de Ingeniería Civil



Elaborado por: Giovanna Lisette Culqui Llamuca

Proyecto: Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Tres Esquinas de la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua

Ubicación: Sector Tres Esquinas, parroquia Presidente Urbina, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 043
DETALLE: Limpieza final de la obra

UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.14
SUBTOTAL M					0.14
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (E.O. C1)	0.10	4.55	0.46	0.32	0.15
Peón (E.O. E2)	2.00	4.05	8.10	0.32	2.59
SUBTOTAL N					2.74
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.88
INDIRECTOS %				20.00%	0.58
UTILIDAD %				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.46
VALOR OFERTADO					3.46

SON: Tres dólares con cuarenta y seis centavos.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Giovanna Lisette Culqui Llamuca
ELABORADO