



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PANTANOS SECOS
ARTIFICIALES DE PUERTO AZUL**

TUTOR

ING. SEGUNDO DELGADO MENOSCAL, DR.

AUTOR

SR. MICHAEL ANTONIO ROBLES ORTEGA

GUAYAQUIL

2019



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Evaluación de la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul		
AUTOR: Michael Antonio Robles Ortega	REVISORES O TUTORES: Tutor: Ing. Segundo Delgado Menoscal, Dr.	
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel	
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PÁGS.: 126	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción		
PALABRAS CLAVE: Planta de tratamiento, Pantano Seco, Guayaquil, Tratamiento de Agua Residual, Ingeniero.		
RESUMEN: Los humedales o pantanos artificiales son sistemas diseñados para eliminar los contaminantes del agua residual, en la última década el uso de estos sistemas para el tratamiento de aguas residuales ha aumentado en el mundo, puntualmente en las áreas con menor desarrollo económico y sin sistemas de alcantarillado público, debido a su bajo costo de mantenimiento y operación, junto a eso una alta capacidad de remoción. En la actualidad las descargas de agua residual hacia cuerpos de agua marina son innumerables, el objetivo de este trabajo de titulación es evaluar la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul, para lo cual se revisaron los análisis de laboratorio donde se encontraron tres parámetros (tensoactivos, sulfuros y coliformes fecales) con valores superiores al límite permisible de descarga a un cuerpo de agua marina del Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA). En base a esa evaluación se recomienda para contrarrestar sulfuros presentes en el agua residual la implementación de un tratamiento con oxidación mediante aireadores superficiales los cuales estarían ubicados en la laguna de sedimentación, y otro sistema de tratamiento de desinfección con lámparas ultravioleta las cuales serían instaladas antes de la descarga al cuerpo receptor para eliminación de coliformes fecales. En cuanto a los tensoactivos se deja a consideración su solución a los Ingenieros Químicos y/o especialistas ambientales.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web): (Biblioteca se encarga de llenar este campo con la información que corresponda)		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Michael Antonio Robles Ortega	Teléfono: 0979850430	E-mail: mrobleso@ulvr.edu.ec mrobles.mrnr857@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ing. Alex Salvatierra Espinoza, MAE., Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Michael Robles
correcciones2019Mar15sdcopia_correccPPBL1.docx (D52862133)
Submitted: 5/26/2019 8:30:00 PM
Submitted By: segundo_delgado_m@yahoo.com
Significance: 8 %

Sources included in the report:

TESIS KATHERINE FINAL 10_12_15.doc (D16697998)
TESIS MARITA.pdf (D11436615)
Margarita Vasquez.docx (D40518944)
201611 Guerrero Paredes Adriana-IC-JG.pdf (D23174555)
https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales
<https://www.osti.gov/etdweb/servlets/purl/21424666>
<https://www.trojanuv.com/es/uv-basics>
<http://www.foddersolutions.com.ar/desinfeccion-2/>
<https://lahora.com.ec/noticia/1101997377/noticia>
http://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/wastewater/es/
https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/es/f3abf408-d059-4f5c-a3fe-73a08631ec66
https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/es/1b3d1630-f04f-442b-b6bc-d356fbc9410e

Instances where selected sources appear:

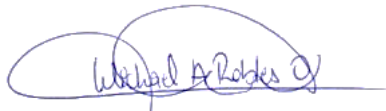
31

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado MICHAEL ANTONIO ROBLES ORTEGA, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación (Evaluación de la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul), corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



MICHAEL ANTONIO ROBLES ORTEGA
C.C. 0950201764

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PANTANOS SECOS ARTIFICIALES, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LAS OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PANTANOS SECOS ARTIFICIALES DE PUERTO AZUL”, presentado por el estudiante **MICHAEL ANTONIO ROBLES ORTEGA** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación



ING. SEGUNDO EUGENIO DELGADO MENOSCAL, DR.

C.C. # 1303307340

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida, salud, sabiduría y fuerzas para cumplir con la meta propuesta de ser un profesional.

A mis padres, las personas más maravillosas que tengo, que me supieron inculcar buenos valores, buenas enseñanzas durante toda mi vida para poder lograr lo que hasta ahora es una meta cumplida.

A mi hermana por ese apoyo incondicional que siempre me supo brindar.

A mi familia en general por estar siempre ahí ayudándome, dándome ese aliento, ese empuje en los momentos más importantes de mi carrera universitaria.

A mis profesores por compartirme su conocimiento, sabiduría y experiencias vividas que me han servido de mucho durante mi etapa universitaria.

A mis compañeros de clases por su apoyo y por su agradable compañía durante mi carrera universitaria.

A mi tutor el Ing. Segundo Eugenio Delgado Menoscal, Dr. por guiarme en mi proyecto de titulación, por sus consejos, sus recomendaciones y por compartirme sus conocimientos que han sido parte fundamental para el desarrollo de mi tesis.

Al Ing. Pedro Pablo Benites López por su asesoría y colaboración durante todo el proceso de desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este proyecto de titulación a Dios, que durante toda mi carrera universitaria me ha brindado salud, sabiduría y fuerzas para culminar con éxitos esta etapa de mi vida.

A mis amados padres que con sus consejos y sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante con mis sueños y metas propuestas de vida, y que fueron mi pilar fundamental para lograr lo que hasta ahora es una meta cumplida.

A mi novia que me ha acompañado en estos últimos años de mi carrera universitaria y que me ha brindado su cariño, su amor y sobre todo su apoyo incondicional en todo momento.

A mi familia que me han guiado por el camino correcto y me brindaron ese optimismo necesario y fundamental para formarme como una persona de bien y hacer las cosas correctas.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	iv
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Tema	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Formulación del problema	3
1.4. Sistematización del problema.....	3
1.5. Objetivo general	3
1.6. Objetivos específicos	4
1.7. Justificación.....	4
1.8. Delimitación del problema	4
1.9. Ideas a defender	5
1.10. Líneas de investigación.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Marco teórico	6
2.1.1. Planta de tratamiento de aguas residuales.....	6
2.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Pantanos Secos Artificiales.....	6
2.1.3. Evaluación de operación de planta	8
2.1.4. Evaluación técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	8
2.1.5. Estructura de una Evaluación Técnica.....	8

2.1.6. Operación de la (PTAR)	9
2.1.7. Tratamiento primario	11
2.1.8. Tratamiento secundario.....	11
2.1.9. Tratamiento terciario	12
2.1.10. Parámetros de diseño para unidades de tratamiento de aguas residuales ...	13
2.1.11. Caudales de diseño	13
2.1.12. Caudales promedio	14
2.1.13. Aguas servidas o residuales	14
2.1.14. Tratamiento de aguas servidas en el Ecuador	15
2.1.15. Composición de las aguas residuales.....	16
2.1.16. Composición de las aguas residuales después de su tratamiento	17
2.1.17. Sulfuros	18
2.1.18. Tensoactivos.....	18
2.1.19. Coliformes fecales	19
2.2. Marco conceptual	20
2.3. Marco Legal	22
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	22
2.3.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua ...	24
2.3.3. Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).....	25
CAPÍTULO III.....	27
MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Metodología	27
3.2. Tipo de investigación.....	27
3.3. Enfoque	28
3.4. Técnica e instrumentos	28
3.5. Análisis de resultados	29
3.6. Diagnóstico inicial.....	52
CAPÍTULO IV	54
INFORME FINAL o PROPUESTA.....	54
4.1. Descripción de los procesos	54
4.1.1 Diagrama de procesos de operación de la PTAR	58
4.2. Adición de un nuevo proceso para eliminación Tensoactivos.	59

4.3. Adición de un nuevo proceso para eliminación sulfuros.....	59
4.4. Adición de un nuevo proceso para eliminación de coliformes fécales.....	61
4.4.1. Diagrama de procesos con aplicación de UV	63
4.4.2. Sistema a implementar:.....	64
4.4.3. Horizonte de planificación.	73
4.4.4. Diseño de cisterna de desinfección ultravioleta:	73
4.4.5. Presupuesto referencial cisterna de desinfección ultravioleta.....	79
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	82
GLOSARIO.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Composición típica del agua residual doméstica METCALF & EDDY 2004.</i>	17
Tabla 2: <i>Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.</i>	26
Tabla 3: <i>Análisis de laboratorio de efluentes.</i>	30
Tabla 4: <i>Valores de Potencial de Hidrogeno (U pH)</i>	32
Tabla 5: <i>Valores de Temperatura (°C)</i>	32
Tabla 6: <i>Valores de Aceites y Grasas (mg/L)</i>	33
Tabla 7: <i>Valores de Cloruros (mg/L)</i>	34
Tabla 8: <i>Valores de Color (UCV)</i>	34
Tabla 9: <i>Valores de Conductividad (uS/cm)</i>	34
Tabla 10: <i>Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)</i>	35
Tabla 11: <i>Valores de Demanda Química de Oxígeno (mg/L)</i>	35
Tabla 12: <i>Valores de Fosforo Total (mg/L)</i>	36
Tabla 13: <i>Valores de Hidrocarburos Totales de Petróleo (mg/L)</i>	36
Tabla 14: <i>Valores de N-Nitrato (mg/L)</i>	37
Tabla 15: <i>Valores de N-Nitrito (mg/L)</i>	37
Tabla 16: <i>Valores de Nitrógeno Amoniacal (mg/L)</i>	38
Tabla 17: <i>Valores de Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/L)</i>	38
Tabla 18: <i>Valores de Salinidad (g/L)</i>	39
Tabla 19: <i>Valores de Solidos Disueltos Totales (mg/L)</i>	39
Tabla 20: <i>Valores Solidos Sedimentables (mL/L)</i>	39
Tabla 21: <i>Valores Solidos Suspendidos Totales (mg/L)</i>	40
Tabla 22: <i>Valores Solidos Suspendidos Volátiles (mg/L)</i>	40
Tabla 23: <i>Valores de Solidos Totales (mg/L)</i>	41
Tabla 24: <i>Valores de Sulfatos (mg/L)</i>	41
Tabla 25: <i>Valores de Aluminio (mg/L)</i>	41
Tabla 26: <i>Valores de Arsénico Total (mg/L)</i>	42
Tabla 27: <i>Valores de Bario (mg/L)</i>	43
Tabla 28: <i>Valores de Boro (mg/L)</i>	43
Tabla 29: <i>Valores de Cadmio (mg/L)</i>	43
Tabla 30: <i>Valores de Cianuro Total (mg/L)</i>	44
Tabla 31: <i>Valores de Cobre (mg/L)</i>	44
Tabla 32: <i>Valores de Cromo Hexavalente (mg/L)</i>	45

Tabla 33: <i>Valores de Fenoles (mg/L)</i>	46
Tabla 34: <i>Valores de Fluoruros (mg/L)</i>	46
Tabla 35: <i>Valores de Hierro (mg/L)</i>	46
Tabla 36: <i>Valores de Manganesio (mg/L)</i>	47
Tabla 37: <i>Valores de Mercurio Total (mg/L)</i>	47
Tabla 38: <i>Valores de Niquel (mg/L)</i>	48
Tabla 39: <i>Valores de Plata (mg/L)</i>	48
Tabla 40: <i>Valores de Plomo (mg/L)</i>	48
Tabla 41: <i>Valores de Zinc (mg/L)</i>	49
Tabla 42: <i>Valores de Selenio (mg/L)</i>	49
Tabla 43: <i>Valores de Coliformes Totales (NMP/100 mL)</i>	50
Tabla 44: <i>Valores de Tensoactivos (mg/L)</i>	50
Tabla 45: <i>Valores de Sulfuros (mg/L)</i>	51
Tabla 46: <i>Valores de Coliformes Fecales (NMP/100 mL)</i>	52
Tabla 47: <i>Especificaciones del sistema TROJAN UV SONUS</i>	71
Tabla 48: <i>Presupuesto referencial cisterna de desinfección UV</i>	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Planta de Tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales	7
Figura 2: Tratamiento primario de agua residual, Proceso de sedimentación.	11
Figura 3: Tratamiento secundario de aguas residuales	12
Figura 4: Tratamiento terciario, Proceso de desinfección	13
Figura 5: Sulfuro de hidrógeno	18
Figura 6: Tensoactivos en el agua residual	19
Figura 7: Coliformes Fecales	20
Figura 8: Grafico de Potencial de Hidrogeno	32
Figura 9: Grafico de Temperatura	33
Figura 10: Grafico de Aceites y Grasas	33
Figura 11: Grafico de DBO ₅	35
Figura 12: Grafico de DQO.....	36
Figura 13: Grafico de Hidrocarburos Totales de Petróleo	37
Figura 14: Grafico de Nitrógeno Total Kjeldahl	38
Figura 15: Grafico de Solidos Suspendedos Totales.....	40
Figura 16: Grafico de Aluminio	42
Figura 17: Grafico de Arsénico Total	42
Figura 18: Grafico de Cianuro Total.....	44
Figura 19: Grafico de Cobre.....	45
Figura 20: Grafico de Cromo Hexavalente	45
Figura 21: Grafico de Mercurio Total.....	47
Figura 22: Grafico de Zinc	49
Figura 23: Grafico de tensoactivos.....	51
Figura 24: Grafico de sulfuros	51
Figura 25: Grafico de Coliformes Fecales	52
Figura 26: Ciudadela Puerto Azul.	53
Figuras 27: Descripción grafica de la PTAR Pantanos Secos Artificiales	54
Figura 28: Laguna de Sedimentación	55
Figura 29: Unidades de PSA TM en operación en serie.....	56
Figura 30: Muro de alas	57
Figura 31: Canal Parshall.....	57

Figura 32: Diagramas de procesos de operación de la PTAR.....	58
Figura 33: Aireador Artificial.....	60
Figura 34: Laguna de Sedimentación.....	61
Figura 35: Descripción de procesos con aplicación UV.....	63
Figura 36: Sistema Trojan UV Sonus.....	64
Figura 37: La regulación automática de dosis ajusta la potencia de la lámpara para reducir el consumo de energía en condiciones de flujo medio	65
Figura 38: Se requiere un solo operador para sustituir fácilmente las lámparas y los tubos. Un dispositivo de seguridad en la lámpara impide extraer una lámpara activada del tubo.	66
Figuras 39: los cálculos teóricos sobrestiman la dosis administrada y ponen en peligro la eficiencia del sistema	66
Figura 40: 1. Centro de Control del Sistema (SCC) y 2.Centro de Distribucion de potencia (PDC)	67
Figura 41: Centro de Distribucion de potencia (PDC)	67
Figura 42: 1. Sistema UV, 2. Sistema de limpieza de funda, 3.Trojan UV Solo Lamps™ y 4. Sensor de intensidad UV.	68
Figura 43: Sensor de intensidad UV.....	69
Figura 44: Regulador de nivel de agua.....	69
Figura 45: Unidad de desinfección proyectada.....	72
Figura 46: Vista en planta cisterna para equipo de desinfección.....	74
Figura 47: Detalle A (corte longitudinal) cisterna para equipo de desinfección.....	75
Figura 48: Detalle B (corte transversal) cisterna para equipo de desinfección.....	76
Figura 49: Detalle acero de estructural losa de cimentación.....	77
Figura 50: Detalle acero estructural losa de cubierta.....	78

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: <i>Cotización de aireador superficial y sistema de desinfección ultravioleta.</i>	86
ANEXO 2: <i>Análisis de precios unitarios</i>	89
ANEXO 3: <i>Análisis de efluentes.</i>	107

INTRODUCCIÓN

Los humedales o pantanos artificiales son sistemas diseñados para eliminar los contaminantes del agua residual, en la última década el uso de estos sistemas para el tratamiento de aguas residuales ha aumentado en el mundo, puntualmente en las áreas con menor desarrollo económico y sin sistemas de alcantarillado público, debido a su bajo costo de mantenimiento y operación, junto a eso una alta capacidad de remoción.

En la actualidad las descargas de agua residual hacia cuerpos de agua marina son incalculables, afectando de manera significativa al ambiente debido a que las aguas tratadas descargadas presentan altos índices de contaminación, esto sucede porque no todas las plantas de tratamiento cumplen en su totalidad con los límites permisibles de descarga que exige la norma.

Es necesario realizar una evaluación periódica para llevar un control de las aguas residuales que son descargadas a los cuerpos receptores de agua (ríos, esteros, mares, etc.).

El objetivo de este trabajo es evaluar la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul. Para realizar esta evaluación se revisaron los análisis de efluentes de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre del año pasado, datos que fueron proporcionados por las empresas Interagua C. Ltda y Emapag-EP, encontrando en dichos análisis tres parámetros (tensoactivos, sulfuros y coliformes fecales) con valores que exceden los límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua marina del Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).

En el Capítulo I se detalla el planteamiento, formulación y sistematización del problema, también el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, la justificación del tema con el respectivo alcance e hipótesis que respaldan el proceso a ejecutar.

En el Capítulo II se menciona el marco teórico, marco conceptual y marco legal donde se muestran las normativas ambientales utilizadas para la ejecución de las soluciones a implementar.

En el Capítulo III se menciona la metodología, el tipo de la investigación y la técnica con las que se realizaron los análisis. También se detallan los resultados de los análisis de efluentes de los meses en los que se realizaron las tomas de muestras.

En el Capítulo IV se detalla la propuesta final de la evaluación que se trata de la implementación de un tratamiento con oxidación por aireación utilizando aireadores superficiales para disminuir los sulfuros, estos aireadores serían instalados en la laguna de sedimentación.

Y para la remoción de coliformes fecales se diseñó e implemento un sistema de desinfección por radiación con lámparas UV, que está compuesto de una cisterna que contiene dos canales, en cada canal se insertaran 32 lámparas UV con una potencia de 500 W, un regulador de nivel de agua por canal para mantener las lámparas sumergidas en todo momento y dos centros de control de sistema el cual supervisara y controlara todos las funciones del sistema UV, este sistema estaría ubicada entre el tratamiento secundario del proceso de operación de la planta y la descarga hacia el cuerpo receptor (estero).

En cuanto a lo que corresponde a los valores anormales de tensoactivos se concluyó que esta solución está dentro de las competencias químicas ambientales las cuales son las encargadas de resolver este inconveniente presentado en la PTAR Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.

Como conclusión se evaluaron los diferentes parámetros de los análisis de efluentes actuales de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales, se identificaron los que no cumplían con la normativa vigente y se implementó procesos adicionales para mitigar los efectos de los mismos.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Evaluación de la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.

1.2. Planteamiento del problema

La planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul ubicada en el km 39 de la vía Perimetral más adelante del Panteón Metropolitano, es una planta de tipo ecológica – ecoamigable con el medio ambiente.

Actualmente en dicha planta se evaluó los parámetros de los análisis de laboratorio y se los contrastó con el Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) para descargas a un cuerpo de agua marina.

1.3. Formulación del problema

La eliminación de agentes patógenos y de otros contaminantes es el principal objetivo del tratamiento de aguas residuales para aprovechamiento. Sin embargo, las directrices sobre la calidad de las aguas residuales y las normas para aprovechamiento frecuentemente se expresan según el máximo número permisible.

1.4. Sistematización del problema

¿Es posible conseguir mediante la implementación de procesos adicionales, la remoción más adecuada de parámetros con inconvenientes o que no cumplan con la norma, y que esto permita mejorar la calidad del agua descargada?

1.5. Objetivo general

Evaluación de la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.

1.6. Objetivos específicos

- Analizar los diferentes parámetros de análisis de laboratorio de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.
- Identificar los parámetros que no cumplen con los límites permisibles para descarga a un cuerpo de agua marina del Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).
- Diseñar procesos adicionales para mitigar los efectos de los parámetros que no cumplan con la normativa vigente de descarga a un cuerpo de agua marina.

1.7. Justificación

El aporte de la evaluación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales De Puerto Azul será que la implementación de procesos adicionales para mitigar los efectos de los parámetros que no cumplan con la normativa vigente, puedan aplicarse a cualquier planta de tratamiento de aguas residuales que posean inconvenientes similares a los evaluados en esta investigación.

Con este aporte de investigación se beneficia básicamente a la calidad del agua del cuerpo receptor.

1.8. Delimitación del problema

Campo: Ingeniería Civil

Área: Sanitaria

Aspecto: Influencia de los parámetros que no cumplan con el Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) para descargas a un cuerpo de agua marina.

Tema: Evaluación de la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul

Delimitación espacial: Planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales ubicada km 39 vía perimetral.

Delimitación temporal: 6 meses.

1.9. Ideas a defender

Con la implementación de procesos adicionales se puede obtener un agua residual tratada que cumple con los límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua marina según el Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).

1.10. Líneas de investigación

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Planta de tratamiento de aguas residuales

Grupo de obras, facilidades y procedimientos, utilizados para regenerar las características del agua residual doméstica e industrial.

2.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Pantanos Secos Artificiales

La tecnología de tratamiento de aguas residuales de Pantanos Secos Artificiales (PSA™) desarrollado por el Dr. Ronald Lavigne durante un período de 35 años representa la tecnología de tratamiento de aguas residuales de vanguardia verde y sostenible en todo el mundo de hoy. Aunque es relativamente fácil de construir, una vez que las unidades de los PSA™ están operativas utilizan múltiples propiedades físicas, químicas y procesos biológicos tanto aerobios y anaerobios para lograr el objetivo deseado, es decir cristalinidad de aguas residuales que pueden ser reutilizados o reciclados en docenas de formas, incluido para riego, acuicultura, procesos industriales, procesos agrícolas e incluso para agua potable.

Se encuentra ubicada en el km 39 de la vía Perimetral más adelante del Panteón Metropolitano, es una planta de tipo ecológica – ecoamigable con el ambiente. Tiene la capacidad de tratar un caudal estimado de 116 L/s, es decir para una población que se aproxima a los 40.162 habitantes, de sectores de la vía a la costa, como Puerto Azul, Bosques de la Costa, así como zonas colindantes como Los Ceibos, Girasol, Renacer, Jardines del Salado y otras. **(Ver Figura 1)**

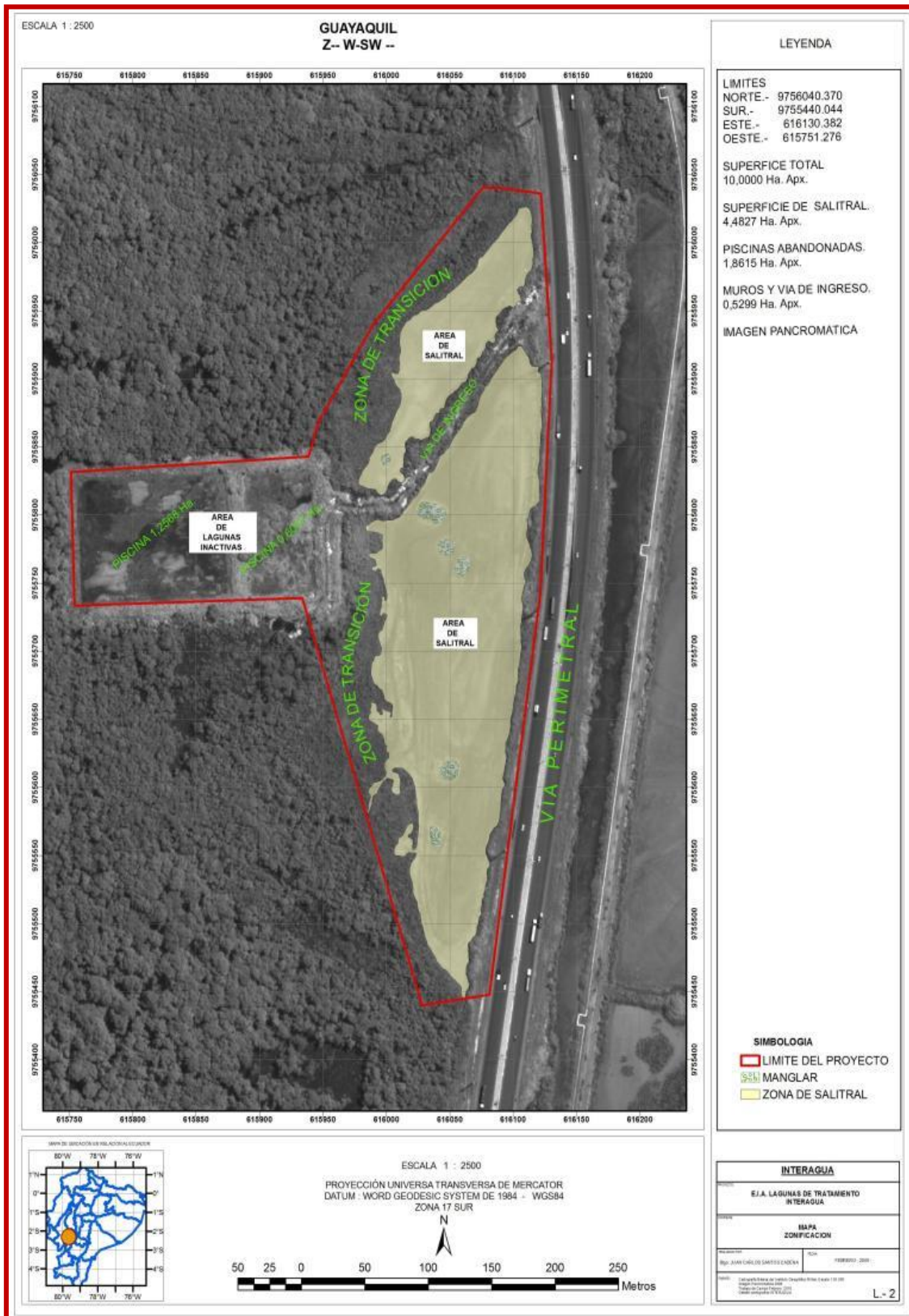


Figura 1: Ubicación Planta de Tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales
Fuente: (Interagua, 2019)

2.1.3. Evaluación de operación de planta

Una planta dedicada al tratamiento de aguas residuales consiste en una estructura integral que tiene como función encargarse del tratamiento de aguas servidas; se basa en una serie de procedimientos, fisicoquímicos y biológicos que tienen como termino liquidar los contaminantes presentes que se haya en el agua del uso diario del ser humano. (Fonseca J., 2015)

2.1.4. Evaluación técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Esta evaluación permite realizar una valoración del estado operacional, por lo tanto incluye una evaluación de la generación de los diferentes residuos líquidos ya tratados en la PTAR, se lleva a cabo una reseña técnica de la PTAR, que en efecto va a abarcar diferentes procedimientos tales como: la tecnología aplicada, tipos de tratamientos, composición y además funcionamiento de la planta de tratamiento, se origina a evaluar los componentes identificados en la reseña técnica, teniendo presente los diversos resultados de eficacia y calidad del agua ya tratada en esta, además en esta evaluación se adjunta evaluar los costos de la que tienen como referencia a costos de manejo, costos de capacidad final de los diferentes componente líquidos y lodos. (Fonseca J., 2015)

2.1.5. Estructura de una Evaluación Técnica

La evaluación técnica se conforma en base a diversos criterios:

El evaluador deberá establecer un indicador de valoración para cada uno de los procedimientos siguientes:

- Incompleto.
- Satisfactorio.
- Excelente.

Otorgar a cada criterio dando un puntaje:

- No aceptable.
- Aceptable.
- Bueno.
- Excelente.

Para cada procedimiento, debe argumentar el puntaje establecido, con una breve crítica.

El puntaje establecido a cada procedimiento deberá ser transmitido a la planilla de la papeleta técnica de la calificación que relucirá al término de la guía de dicha evaluación. (Fonseca J., 2015)

2.1.6. Operación de la (PTAR)

De acuerdo a (Fonseca J., 2015) toda planta que se encarga del tratamiento de aguas servidas tiene como norma realizar una guía de operación que sea utilitario para aquellas personas que tienen ingreso a este, además la guía debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Introducción.
- Descripción de la operatividad de la planta de tratamiento.
- Medición de agua afluente.
- Tratamiento primario.
- Tratamiento secundario.
- Tratamiento terciario.
- Lodos activos.
- Alternativa a los procesos de la PTAR de acuerdo al tipo de residuos.
- Medición y análisis del caudal efluente.

De acuerdo con lo anteriormente descrito, el autor de la presente investigación menciona que, para ejecutar un apropiado tratamiento de aguas residuales, la planta debe diseñar adecuadamente los procedimientos en donde se encuentren inmersos los procesos de pre tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario para asegurar una alta eliminación de la carga contaminante que las aguas servidas conservan.

Seguidamente se precisa ciertos procedimientos que se hacen para el tratamiento de aguas servidas. El primer procedimiento realizado al agua residual, es ir cribando los residuos que posee, el cribado, el cual consiste en un sistema de rejillas que captura los residuos de mayor envergadura, en pocas palabras es como un colador, otro procedimiento es la decantación en el cual se raspa partículas suprimidas en la cual se dividen del agua servida arenas y otros materiales, en el procedimiento de floculación se adhieren químicos para que se formen grumos, así posteriormente retirar los residuos tales

como arena y otras partículas, los cuales poseen una consistencia cercana o parecida a la del agua. Para la valoración de la condición del agua tratada por la planta existen diversas características, entre ellas tenemos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Turbidez.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Cierta proporción de oxígeno utilizado en la consolidación de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por labor de los microorganismos en diversas condiciones sea de tiempo como de temperatura (por lo general se mantienen en cinco días y 20 °C). Mide indirectamente la carga de material orgánico biodegradable. (Fonseca J., 2015)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Medida de la porción de oxígeno solicitado para oxidación química del material orgánico del agua servida, utilizando 27 oxidantes de sales inorgánicas dicromato en un entorno ácido y a elevadas temperaturas. (Fonseca J., 2015)

Turbidez (NTU)

Es una opalescencia que le atribuyen al agua los sólidos eliminados de tamaño coloidal esta se mide en NTU. Es importante llevar a cabo una evaluación técnica para observar los actos propuestos de la evaluación técnica con la finalidad de hallar posibles fallas o desactualizaciones en un procedimiento y a partir de ello incorporar gesticulaciones para mejorar, asimismo observar las consecuencias sociales que se puede dar al realizarse. (Fonseca J., 2015)

Para esto, el grado de tratamiento necesario es función del nivel de auto purificación natural del cuerpo que lo receptara. Asimismo, el nivel de auto purificación natural es ocupación, principalmente, del caudal del cuerpo que va a receptor, de su volumen en oxígeno, y de su capacidad para poder reoxigenarse. No obstante, el propósito del tratamiento de las aguas servidas es crear efluente reutilizable en el entorno o ambiente y algunos restos sólidos (con otros nombres como biosólido o lodo) son convenientes para su agrupación o así poder ser reutilizado. (Fonseca J., 2015)

2.1.7. Tratamiento primario

El tratamiento primario del agua residual se encarga de eliminar los sólidos en suspensión que posee el agua residual, para lo cual se pueden aplicar ciertos procesos físicos-químicos como la sedimentación, flotación, coagulación – floculación y filtración.

(Ver figura 2)

Es un sencillo y simple tratamiento físico, una segregación de componentes sólidos que posee el agua. Esta segregación se determina, como fenómeno físico a través de la fórmula en donde se observará el fenómeno real. Sobre este punto interesa hacer énfasis que las condiciones son seguras y prácticamente son condiciones hidráulicas. Las normas de diseño se determinan a un tiempo de retención y a una cierta fuerza de velocidad del líquido en el dispositivo lo más incesante posible, teniendo que impedir las alteraciones del caudal. (Hernandez A., 2001)

La decantación primaria se puede diseñar con dos intenciones: Uno, con base a la máxima productividad, y otro consistente en adquirir un rendimiento satisfactorio para la correcta funcionabilidad del segundo proceso. Ambos son íntegramente válidos, no obstante, una vez ya constituida la alternativa, son estados fijos del agua que darán paso al tratamiento secundario. (Hernandez A., 2001)

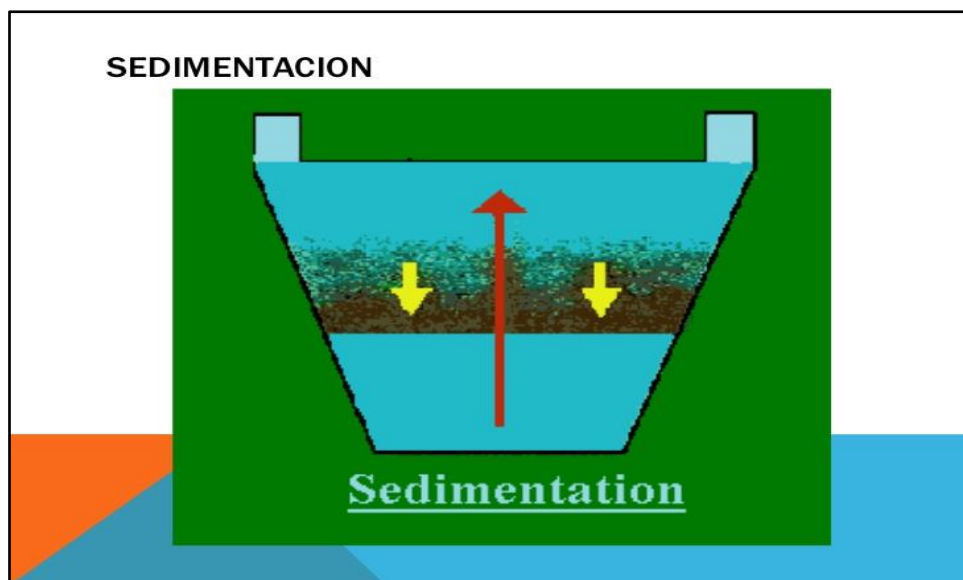


Figura 2: Tratamiento primario de agua residual, Proceso de sedimentación.
Fuente: (Hernandez A., 2001)

2.1.8. Tratamiento secundario

Las diferentes opciones posibles en el tratamiento secundario son dos, dentro de los procedimientos convencionales. La diferencia de prioridad es la selección de un

tratamiento biológico o químico. Los efectos de ambos son muy similares, pero su desarrollo funcional es diferente. En el desarrollo biológico, la agrupación de flóculos, con peso requerido para poder dividirse de la masa de agua, se obtiene gracias al simple acto de enzimática y metabólica de los diversos microorganismos, que se encuentran en el agua servida. El equipo a cargo del procedimiento no tiene que preocuparse del propio desarrollo funcional ya que el sistema biológico actúa por inercia lo suficiente para acceder a los cambios de carga y problemas que se puedan dar en el proceso. (Hernandez A., 2001)

En lo que es el tratamiento químico, se introducirán cantidades fundamentales de reactivos, para aquello se requiere unos sistemas de dosificación precisos, también se necesita personal preparado, que cada cierto tiempo, o casi de forma regular, deben de ir modificando las dosificaciones para un eficaz rendimiento. (Hernandez A., 2001). (Ver **Figura 3**).

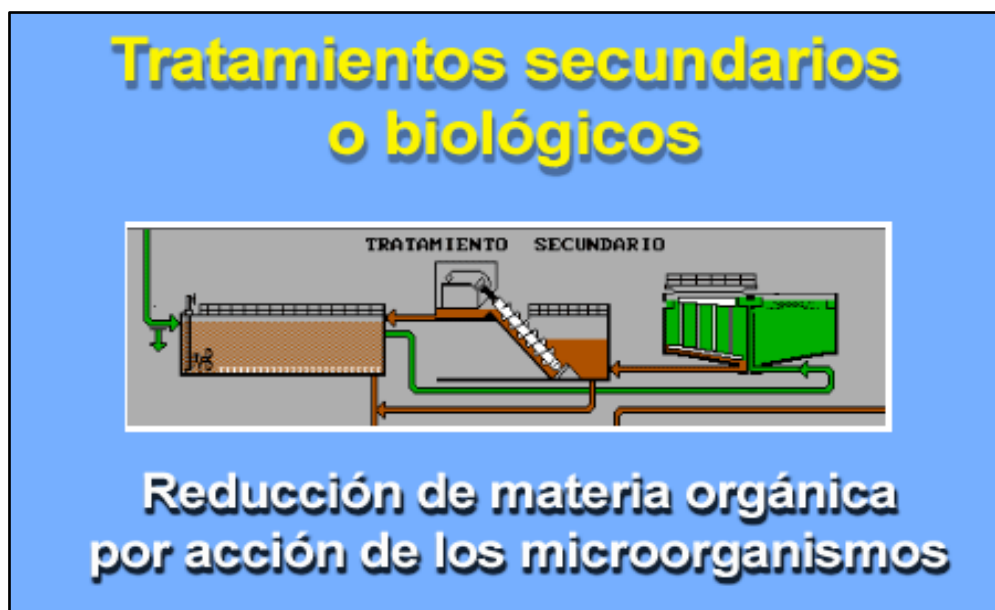


Figura 3: Tratamiento secundario de aguas residuales
Fuente: (Hernandez A., 2001)

2.1.9. Tratamiento terciario

De acuerdo a (Hernandez A., 2001) para adquirir una eliminación más completa y eficaz de los contaminantes, la eliminación de microorganismos y varios nutrientes, tales como el nitrógeno y fosforo, tras un procedimiento biológico. En este suceso la consumición de reactivos dará lugar a elevarse a 40-150 mg/L. El empleo de este sistema es admisible solo en caso de que dichos nutrientes en exceso den inicio a efectos de

eutrofización, como se da en el empleo de los vertidos en lagos con métodos excesivos de algas o en embalse empleado posteriormente y así como principio dar lugar al abastecimiento. (Ver Figura 4).



Figura 4: Tratamiento terciario, Proceso de desinfección
Fuente: (Hernandez A., 2001)

2.1.10. Parámetros de diseño para unidades de tratamiento de aguas residuales

Para el diseño e implementación de unidades de tratamiento de aguas residuales, es necesario identificar el caudal y la concentración de constituyentes son de vital importancia en el diseño y funcionamiento de las numerosas unidades de tratamiento. En esta etapa se toma en consideración la elección de diferentes valores para el diseño de la instauración de tratamientos de agua residual. La elección de las posibles normas en el empleo de desarrollo de tratamiento para efluentes de tanque séptico se hace énfasis en la consecuente sección. (Fonseca J., 2015)

2.1.11. Caudales de diseño

La selección ecuaníme del caudal de diseño se realiza considerando el modelo hidráulico y del procedimiento. Las unidades de desarrollo y conductos para el traslado del agua servida se deben calibrar de tal forma que permitan resistir los caudales que arribaran a la planta de tratamiento. Varias de las unidades de tratamiento se van diseñando con base en el periodo de contención o a la carga superficial (caudal por cantidad de sector superficial) para adquirir las tasas aspiradas de remoción de demanda biológica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST). Dada la ejecución de

estas unidades de tratamiento se puede ver afectado de forma importante, como en efectos las diversas variaciones o cambios en el caudal o también en la carga másica del contaminante afluente, se debe tomar en cuenta dichos caudales tanto máximo como mínimo al seleccionar un diseño. (Orozco A., 2017)

2.1.12. Caudales promedio

De acuerdo con (Orozco A., 2017) la consideración y proyección de los caudales de nivel promedio se requieren para determinar la capacidad de diseño, así como las peticiones hidráulicas del proceso de tratamiento. Los caudales ya mencionados deberán ser evaluados tanto para las condiciones de bosquejo como para el tiempo de la iniciación de la operación. El caudal promedio se puede determinar a través del:

- 1) Caudal promedio diario por el periodo de un año.
- 2) Caudal promedio en el tiempo seco (CPTS), método que se emplea durante periodos en los cuales la impregnación es baja.
- 3) Caudal promedio en los tiempos lluviosos (CPTL), método empleado en periodos que los efectos de impregnación son evidentes.

2.1.13. Aguas servidas o residuales

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el crecimiento de la población mundial, la creciente urbanización, el aumento de escasez de recursos hídricos de calidad y la elevación de los valores de fertilizantes demuestran el empleo cada vez más de aguas servidas, aguas grises y excrementicio en la agricultura y la acuicultura. (OMS, 2017)

En 1989, la OMS publicó las Guías sobre el Uso adecuado de Aguas Servidas en la Agricultura y Acuicultura. Estas guías repercutirían con un gran valor en la reutilidad racional de aguas servidas y excretas a nivel mundial. En la actualidad, estas guías se hallan en estado de revisión y podrán ser publicadas en el año 2004. (OMS, s.f.)

Además, establecen un remanente; es decir algo que ya no tiene utilidad para el usuario, directamente son aguas negras por el color que, varios autores hacen énfasis a diferentes aguas servidas y las aguas residuales en sentido que las primeras provienen del uso doméstico y las segundas abarcan a la unión de aguas domesticas e industriales, no obstante, están formadas por diversas aguas que son dirigidas por el alcantarillado, sin un adecuado tratamiento posterior a su uso. (Arocutipá J., 2013)

El saneamiento es de vital importancia ya que sirve para preservar la salud pública; para no exhibirnos a los residuos generados por el ser humano, es obligatorio aumentar el ingreso a desarrollos de saneamiento básico en los diferentes hogares e instituciones a nivel mundial y así administrar sin peligro la totalidad del saneamiento (recoger, transporte de desechos, tratamientos, liquidación y empleo de los residuos hallados), una porcentaje importante de la población siguen efectuando un saneamiento apropiado. (OMS, 2017)

Sin embargo, de acuerdo a (Fonseca J., 2015) las aguas residuales se definen como una mezcla de aguas que contienen compuestos ajenos, ya sea por causas naturales o inducidas de manera directa o indirecta por la función humana, permaneciendo formadas por una mezcla de:

- Fluidos de desagüe doméstico, comerciales e industriales.
- Fluidos efluentes de instalaciones industriales.
- Fluidos efluentes de áreas agrícolas y ganaderas.
- Aguas lluvias

2.1.14. Tratamiento de aguas servidas en el Ecuador

Al respecto (Sánchez A., 2016) menciona que la población es consciente de la necesidad de proteger el ambiente y garantizar de esta manera la salud, reconociendo que las aguas residuales no son tratadas de manera adecuada, tomando gran importancia al identificar que en la región interandina y varias partes de la región litoral y oriental utilizan las aguas de los ríos para diversas actividades incluyendo el consumo de la misma.

A través del desarrollo de Leyes y medidas como las del Buen Vivir, (Zambrano, Morales, & Vinuesa, 2014) se pretendía mejorar la situación actual, correspondiente a la carencia de tratamiento de aguas residuales, dentro de los principios generales se contemplaba que:

- Se debe garantizar los recursos hídricos a través de una planificación ambiental, de desarrollo y de ordenamiento territorial.
- Hacer énfasis en cuanto al uso racional y eficiente del líquido vital, sobre todo en épocas donde el calentamiento global se encuentra haciendo estragos.
- Fomentar el apoyo de la ciudadanía, haciéndolos partícipes de los procesos que permitan brindar un mejor tratamiento al agua.

- El estado debe garantizar y fomentar la prevención y control de la contaminación de medio ambiente y del agua.

2.1.15. Composición de las aguas residuales

Es importante recordar que siempre ocurrirán variaciones significativas en las plantas de tratamiento de aguas residuales, dependiendo de la dimensión del sistema, del tipo de aguas residuales y del diámetro de inclinación de los interceptores y tipos de contribuyentes de aguas residuales, las cargas orgánicas diarias para las diversas plantas de tratamiento de aguas residuales se estiman usando datos horarios. Las aguas residuales domesticas están formadas cerca del 99,9% de agua y un 0,1% de sólidos suspendidos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas sales y metales, siendo este 0,1% el que debe ser sometido a tratamiento en las PTAR.

La composición del agua residual está en función del uso, esta depende tanto de las características sociales y económicas de la población, así como del clima, la cultura y del uso del suelo entre otras. La composición y la concentración de estos constituyentes dependerán hasta cierto punto de las costumbres socio-económicas de la población, la composición del agua residual está determinada por el caudal y por su fuente. (Arocutipa J., 2013). **(Ver tabla 1)**

Tabla 1: *Composición típica del agua residual doméstica METCALF & EDDY 2004.*

Composición del agua residual doméstica METCALF & EDDY 2004				
Contaminantes	Unidades	Débil	Mediano	Fuerte
Sólidos totales(ST)	mg/L	390	720	1230
Disueltos, totales (SDT)	mg/L	270	500	860
Fijos	mg/L	160	300	520
Volátiles	mg/L	110	200	340
Sólidos en suspensión (SS)	mg/L	120	210	400
Fijos	mg/L	25	50	85
Volátiles	mg/L	95	160	315
Sólidos sedimentables	mL/L	5	10	20
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	110	190	350
Carbono orgánico total (COT)	mg/L	80	140	260
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	250	430	800
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/L	20	40	70
Orgánico	mg/L	8	15	25
Amoníaco libre	mg/L	12	25	45
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fósforo (total en la forma P)	mg/L	4	7	12
Orgánico	mg/L	1	2	4
Inorgánico	mg/L	3	5	10
Cloruros	mg/L	30	50	90
Sulfato	mg/L	20	30	50
Aceites y Grasas	mg/L	50	90	100
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV _s)	mg/L	<100	100-400	>400
Coliformes Totales	No./100 mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Coliformes Fecales	No./100 mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

Fuente: (Ramos, 2019)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

2.1.16. Composición de las aguas residuales después de su tratamiento

Según (Arocutipa J., 2013) indica que después de un tratamiento biológico que contemple un buen diseño, adecuado tiempo de retención hidráulico y en presencia de los microorganismos idóneos, las características finales del agua son muy distintas a las iniciales, la actividad biológica intensa y suficiente a cargo de las bacterias, algas, protozoarios, hongos, principalmente, produce agua mineralizada cuyas características son las requeridas en el desarrollo de la flora y fauna, lo cual significa capacidad de intercambio gaseoso, cantidad de oxígeno disuelto superior a 6 mg/L, mínima presencia

de materia orgánica biodegradable, mucha cantidad de minerales como lo son carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio.

Al respecto (Arocutipa J., 2013) menciona que dentro de la composición de aguas residuales después del tratamiento también puede encontrarse minerales como son los silicatos, fluoruros, compuestos de hierro, magnesio, aluminio, boro, entre otros. Un aspecto a recalcar es la múltiple presencia de microorganismos encargados de los procesos para el tratamiento del agua residual en los sistemas biológicos.

2.1.17. Sulfuros

En química, se denomina sulfuro a la mezcla de un elemento químico o radical con el azufre. El sulfuro de hidrógeno (H_2S) y el sulfuro de carbono (CS_2) son compuesto covalentes del azufre que son considerados también como sulfuros. Este compuesto es un gas altamente toxico con olor a huevos podridos. Suelen formarse en el tratamiento de lodos de aguas residuales y en zonas pantanosas. Se forma también en las emisiones gaseosas de los volcanes. (CARUS, 2019). (Ver Figura 5)

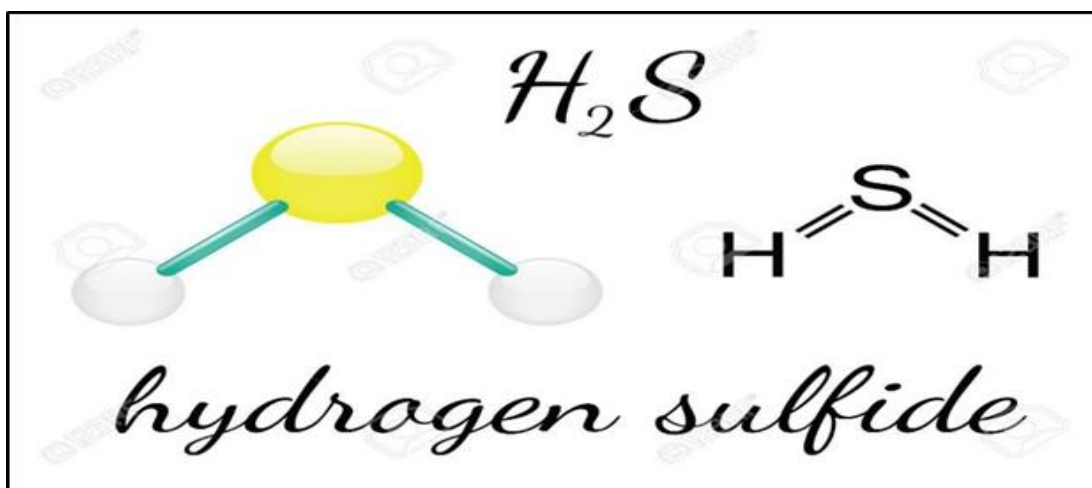


Figura 5: Sulfuro de hidrógeno
Fuente: (CARUS, 2019)

2.1.18. Tensoactivos

Los tensoactivos son moléculas orgánicas enormes que se constituyen de un grupo altamente hidrofóbico que rechazan al solvente (no soluble en agua) y otro altamente hidrófilo que atraen el solvente (soluble en agua), su fuente de procedencia son los detergentes usados en distintas actividades. En la superficie del agua suelen acumularse los tensoactivos formando capas de espumas, muchos de estos tensoactivos son resistentes a la disgregación por medios biológicos. (Muñoz, 2011). (Ver Figura 6)



Figura 6: Tensioactivos en el agua residual
Fuente: (Muñoz, 2011)

2.1.19. Coliformes fecales

Las bacterias coliformes están compuestas de varios tipos de bacterias que se encuentran en todo el ambiente. Son habituales en el agua del suelo y la superficie e incluso pueden aparecer en la piel. Un elevado número de clases de bacterias coliformes se pueden encontrar en los residuos de los animales y seres humanos. Gran parte de las bacterias coliformes son poco perjudiciales para los humanos, pero sin embargo ciertas de estas bacterias pueden ocasionar enfermedades. (Continente, 2015)

A las bacterias coliformes se los denomina también como “organismos indicadores” porque indican la probable presencia de bacterias que producen enfermedades en el agua. La existencia de coliformes fecales en el agua no asegura que beber el agua producirá una enfermedad. Más bien, su presencia advierte que existe un enlace de contaminación entre el suministro de agua y una fuente de bacterias. Las bacterias que producen enfermedades pueden utilizar este enlace para ingresar en el suministro de agua. (Continente, 2015)

E. coli es un tipo de bacterias coliformes fecales que se alojan normalmente en los intestinos de los seres humanos y los animales. Un resultado positivo de *E. coli* es más peligroso que las bacterias coliformes por sí solos, ya que advierte que los desechos animales o humanos están ingresando en el suministro de agua. (Continente, 2015). (Ver

Figura 7)



Figura 7: Coliformes Fecales
Fuente: (Crespo, 2011)

2.2. Marco conceptual

Afluente: Se denomina afluente al líquido que ingresa a un cuerpo de agua receptor.

Agua amarilla: Proviene de la orina ya sea con o sin agua, su contenido es de nutrientes, concentraciones de sales y hormonas.

Agua café: Este fluido proviene del organismo del ser humano ya que contiene pequeñas cantidades de orina y también excremento; caracteriza por contener altos niveles de nutrientes, restos farmacéuticos y hormonas.

Agua dulce: Se considera agua dulce a aquella que contiene cantidades de sales menores a 0.5 UPS.

Agua gris: Proviene al momento del aseo, ya sea del lavamanos, maquinas lavanderas y duchas; esta se caracteriza por poseer pocos nutrientes o agentes patógenos, así mismo se puede apreciar que su contenido es de carga de productos de limpieza.

Agua marina: También conocida como agua salada, es el agua que se encuentra en los océanos y mares, se diferencian de las demás por su alta salinidad.

Agua negra: Su contenido es de heces fecales y orina, así teniendo altos nutrientes, hormonas, restos farmacéuticos y patógenos.

Agua residual domestica: Producida por numerosas funciones en el interior de la vivienda, colegios, e instituciones; su característica es de contaminantes en moderadas cantidades.

Agua residual industrial: Son los desechos de aguas de las grandes industrias, su característica varía según la industria.

Agua residual municipal: Estas aguas son las que se conducen por medio del sistema de alcantarillado de cierta ciudad o población, sus concentraciones contaminantes están en cantidades moderadas.

Aguas servidas o residuales: Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el crecimiento de la población mundial, la creciente urbanización, el aumento de escasez de recursos hídricos de calidad y la elevación de los valores de fertilizantes demuestran el empleo cada vez más de aguas servidas, aguas grises y excrementicio en la agricultura y la acuicultura. (OMS, 2017)

Contaminación del agua: Modificación de las características fisicoquímicos o biológicos de esta, comúnmente provocada por el ser humano, que la vuelve no apta para el uso deseado.

Cuerpo receptor: Se denomina cuerpo receptor al río, cauce, cuenca o cuerpo de agua al cual se descargue directa o indirectamente un efluente de aguas servidas.

Efluente: Descarga o vertido líquido proveniente de un proceso productivo o de una actividad determinada. (TULSMA, 2018)

Evaluación: Evaluar en pocas palabras significa dar valor, teniendo como base conocimiento empírico que se obtiene de modo sistemático y riguroso, es destinar un valor. El objetivo en definitiva es valorar, los procedimientos serán los métodos, conocimientos y la finalidad será la adjudicación de varias medidas. (Fonseca J., 2015)

Evaluación técnica: Abarca aquellas actividades y obras que el evaluador o inspector ejecutara en la zona o región, ya que dicha zona se le aplicara la Evaluación Técnica, para poder analizar su potencial establecido las normas de efectividad en los procedimientos, aplicación de recursos e infraestructura. (Fonseca J., 2015)

Muestra compuesta: Conjunto de muestras individuales tomadas a intervalos y durante un lapso de tiempo predeterminado.

Muestra puntual: Muestra individual tomada al azar.

2.3. Marco Legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador en el Régimen del Buen Vivir del Título VII-Capítulo segundo-Sección primera (Registro Oficial N° 449), establece:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

a. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

b. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

c. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

d. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones

y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

a. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

b. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

c. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

d. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

e. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos.

Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

2.3.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

De acuerdo con la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Registro Oficial N° 305), se consideran los artículos relacionados con la presente investigación:

Art. 36.- Deberes estatales en la gestión integrada. El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia, son los obligados a:

- a. Promover y garantizar el derecho humano al agua
- b. Regular los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad
- c. Conservar y manejar sustentablemente los ecosistemas marino costeros, alto andinos y amazónicos, en especial páramos, humedales y todos los ecosistemas que almacenan agua.
- d. Promover y fortalecer la participación en la gestión del agua de las organizaciones de usuarios, consumidores de los sistemas públicos y comunitarios del agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica y del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua.
- e. Recuperar y promover los saberes ancestrales, la investigación y el conocimiento científico del ciclo hidrológico.

Art. 37.- Servicios públicos básicos. Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de uso, **inciso 1.** Alcantarillado sanitario: recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración.

Art. 38.- Prohibición de autorización del uso o aprovechamiento de aguas residuales. La Autoridad Única del Agua no expedirá autorización de uso y aprovechamiento de aguas residuales en los casos que obstruyan, limiten o afecten la

ejecución de proyectos de saneamiento público o cuando incumplan con los parámetros en la normativa para cada uso.

2.3.3. Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Toda descarga a un cuerpo de agua marina, deberá cumplir, por lo menos con los siguientes parámetros, tal como se establece en la tabla 10 Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI. **(Ver Tabla 2)**

Tabla 2: Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	
			(A) DESCARGAS EN ZONA DE ROMPIENTES	(B) DESCARGAS MEDIANTE EMISARIOS SUBMARINOS
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/L	30	30
Arsénico total	As	mg/L	0,5	0,5
Aluminio	Al	mg/L	5	5
Cianuro total	CN-	mg/L	0,2	0,2
Cinc	Zn	mg/L	10	10
Cobre	Cu	mg/L	1	1
Cobalto	Co	mg/L	0,5	0,5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 mL	2000	2000
Color	Color Verdadero	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/L	0,5	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/L	0,2	0,2
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O. ₅	mg/L	400	400
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	600	600
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	20	20
Materia flotante	Visibles		Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/L	0,01	0,01
Nitrógeno total kjedahl	N	mg/L	40	40
Potencial de hidrogeno	pH	mg/L	6-9	6-9
Sólidos totales suspendidos	SST	mg/L	250	250
Sulfuros	S	mg/L	0,5	0,5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/L	50	50
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	µg/L	100	100
Carbamatos	Especies totales	mg/L	0,25	0,25
Temperatura	°C		<35	<35
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/L	0,5	0,5

Fuente: (TULSMA, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

Se realizó una investigación bibliográfica, la cual permitió obtener referentes históricos y avances relacionados con el tratamiento de aguas servidas en relación a la eliminación de coliformes fecales y sulfuros.

Descriptiva, permitiendo describir cada uno de los procesos que se llevan a cabo de manera general y en específico en el Ecuador, asimismo se identifican y describen cada una de las normas y leyes vigentes que rigen los procesos relacionados con el agua y medio ambiente.

Finalmente se realizó una investigación de campo, aplicando los conocimientos previos para el desarrollo e implementación de la propuesta.

3.2. Tipo de investigación

- **Descriptiva:** Permite describir cada uno de los procesos por los cuales se realiza el tratamiento de aguas servidas de acuerdo a estándares internacionales como nacionales.
- **Analítica:** Permitiendo analizar cada uno de los parámetros que se deben seguir para el diseño de unidades de tratamiento de aguas residuales, así como también la identificación de procesos adicionales, según los lineamientos de la presente investigación.
- **Exploratoria:** A través de la cual, se busca diferentes alternativas para cumplir con el propósito y objetivos específicos de la presente investigación.
- **Explicativa:** Racionaliza cada una de las variables, a través de las cuales se permite identificar fundamentos teóricos, conceptuales y legales de acuerdo a la problemática investigada.
- **Inductiva:** Permite identificar premisas particulares de los procesos investigativos que se encuentran en el cuerpo de la presente investigación, específicamente, tomar premisas de los autores citados.

3.3. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque mixto, es cualitativo ya que permite a través de esta, diagnosticar la situación actual en relación a las operaciones de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul, así mismo, identificar procesos adicionales que contribuya a la reducción de microorganismos para mitigar los efectos de los parámetros evaluados en el agua residual tratada y cuantitativa ya que los procesos realizados se pueden cuantificar a través de los resultados finales obtenidos.

3.4. Técnica e instrumentos

Para la realización de este trabajo de titulación se envió una carta a Interagua C. Ltda y otra a Emapag-EP (Empresa Municipal de Agua y Alcantarillado de Guayaquil) solicitando los análisis de laboratorio de los efluentes consecutivos de seis meses, pero solo se nos proporcionó de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre del 2018. Datos que luego fueron analizados para la búsqueda de soluciones a los inconvenientes encontrados en dichos análisis.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual.

Métodos de prueba

Según (TULSMA, 2018) para definir los valores y concentraciones de los parámetros descritos en los análisis de laboratorio se aplicaron los métodos establecidos en el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en su más reciente edición.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, se emitieron en el año de 1905, desde entonces y en 20 ediciones más, Standard Methods ha insertado muchas técnicas analíticas para la delimitación de la calidad del agua.

Estas técnicas han sido evolucionadas por investigadores de calidad del agua que fueron integrantes del Comité de Métodos Estándar (SMC). Este comité, conformado por más de 500 personas, se ocupa de la revisión y aprobación de los métodos que son introducidos en los Standard Methods.

Los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater son el producto de un trabajo en conjunto de las siguientes sociedades técnicas:

- American Public Health Association (APHA).
- American Water Works Association (AWWA).
- Water Environment Federation (WEF).

La American Public Health Association (APHA) es la organización más antigua y más grande de profesionales de la salud pública en el mundo, que representa a más de 50,000 miembros y afiliados de más de 50 ocupaciones de salud pública. La Asociación y sus miembros han estado influyendo en las políticas y prioridades en salud pública desde 1872. APHA reúne a investigadores, proveedores de servicios de salud, administradores, maestros y otros trabajadores de la salud en un entorno único y multidisciplinario de intercambio profesional, estudio y acción.

La American Water Works Association (AWWA) es una sociedad internacional científica y educativa sin fines de lucro, dedicada a mejorar la calidad y el suministro del agua potable. Fundada en 1881, AWWA es la organización de profesionales de suministro de agua más grande del mundo. Sus más de 55,000 miembros representan el espectro completo de la comunidad de agua potable.

Fundada en 1928, la Water Environment Federation (WEF) es una organización educativa y técnica sin fines de lucro. Su objetivo es preservar y mejorar el medio ambiente global del agua. Los miembros de la Federación cuentan con más de 41,000 profesionales y especialistas en calidad del agua de todo el mundo, incluidos ingenieros, científicos, funcionarios gubernamentales, administradores y operadores de servicios públicos e industriales, académicos, educadores y estudiantes, fabricantes y distribuidores de equipos, y otros especialistas ambientales.

3.5. Análisis de resultados

Los análisis de efluentes del agua residual proporcionados por las empresas Interagua C. Ltda. y Emapag-EP, fueron de muestras tomadas en los meses desde mayo a septiembre del 2018, utilizando muestreo compuesto y muestreo simple. **(Ver Tabla 3)**

Tabla 3: Análisis de laboratorio de efluentes.

PLANTA CUERPO DE AGUA RECEPTOR	PANTANOS SECOS ESTERO SALADO												LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		
	MES	may-18		jun-18		jul-18		ago-18		sep-18		Expresado como	UNIDAD		
		E	SI	E	SI	E	SI	E	SI	E	SI				
PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD											(A) DESCARGA EN ZONAS CON ROMPIENTES			
POTENCIAL DE HIDROGENO	-	7,2	7,1	6,5	6,1	7,3	7	8	7,7	7,3	7	pH	-		
TEMPERATURA	-	29	29	28	24	29	29	30	29	29	27	°C	-		
MUESTREO COMPUESTO:															
DESDE 06H00 HASTA 18H00															
PARAMETROS	UNIDAD														
ACEITES Y GRASAS	mg/L	<10	<10	10,5	<10	11,9	<10	21,6	<10	18,5	<10	30	mg/L		
CLORUROS	mg/L	837	715	952	828	265	738	270	961	189	813	No regulado	-		
COLOR	UCV	33	11	15	10	30	15	50	16	40	24	inapreciable en dilución 1/20	unidades de color		
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	3540	2670	3200	3170	1303	2740	1280	3430	1096	3090	No regulado	-		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	80	15	40	15	70	8	100	15	80	20	200	D.B.O. ₅		
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	183	94	49	37	139	42	124	51	146	30	400	D.Q.O.		
TENSOACTIVO	mg/L	0,1	<0,09	3,65	0,8	6,2	0,9	7,6	1,3	6,7	0,9	0,5	Sustancias activas al azul de metileno		
FOSFORO TOTAL	mg/L	3,8	2,1	4,6	<1	4,3	1,5	3	1,3			No regulado	-		
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	mg/L	3,3	<3	<3	<3	<3	<3	8,3	<3	<3	<3	20	TPH		
N-NITRATO	mg/L	7,1	5	0,2	9,7	0,4	2,5	0,3	1,4	1	1,4	No regulado	-		
N-NITRITO	mg/L	0,54	0,53	0,2	9,7	<0,03	0,46	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	No regulado	-		
NITRÓGENO AMONIACAL	mg/L	14,3	0,4	31,3	22,1	29,6	1,2	13,3	10,8	13,5	8,3	No regulado	-		
NITRÓGENO TOTAL Kjeldahl	mg/L	54,1	13,6	48,5	35,4	19,3	7,1	36,1	16,8	22,3	11,6	40	N		
SALINIDAD	g/L	7,9	1,4	1,7	1,7	0,6	1,4	0,6	1,8	0,5	1,6	No regulado	-		
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	1979	1670	1841	1940	681	1606	662	2024	536	1961	No regulado	-		
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	<0,5	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	2,1	<0,5	<0,5	<0,5	No regulado	-		
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	46	17	56	22	60	26	78	18	50	16	250	SST		
SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES	mg/L	34	14	32	10	49	10	56	11	46	13	No regulado	-		
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	2025	1687	1897	1962	741	1632	740	2042	586	1977	No regulado	-		
SULFATOS	mg/L	51	64	105	96	49	50	61	65	37	61	No regulado	-		

PLANTA	PANTANOS SECOS												LIMITE MAXIMO PERMISIBLE					
	ESTERO SALADO												(A) DESCARGA EN ZONAS CON ROMPIENTES	Expresado como	UNIDAD			
	may-18			jun-18			jul-18			ago-18						sep-18		
MES	E	SI	E	SI	E	SI	E	SI	E	SI	E	SI	E	SI	E	SI		
MUESTREO COMPUESTO:																		
DESDE 06H00 HASTA 18H00																		
PARAMETROS	UNIDAD																	
Aluminio	0,74	0,43	0,13	0,12	0,33	0,29	0,11	0,13	0,17	0,7	0,7	0,17	0,11	0,13	0,17	0,7	0,7	mg/L
Arsénico total	0,004	0,001	<0,0005	<0,0005	0,005	0,042	0,002	0,014	0,001	0,012	0,012	0,001	0,002	0,014	0,001	0,012	0,012	mg/L
Bario	<0,25	0,26	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	-
Boro	<0,4	<0,4	0,4	0,5	<0,4	1,3	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	-
Cadmio	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,0349	0,341	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Cianuro total	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0	<0,003	0,2	<0,003	0,01	0,01	0	<0,003	0,2	mg/L
Cobre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	mg/L
Cromo hexavalente	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	mg/L
Ferros	0,6	0,29	0,009	0,005	0,32	0,19	0,012	0,009	0,017	0,002	0,002	0,017	0,012	0,009	0,017	0,002	No regulado	-
Fluoruros	0,81	0,71	0,69	0,61	0,28	0,42	0,46	0,83	0,5	0,41	0,41	0,5	0,46	0,83	0,5	0,41	No regulado	-
Hierro	0,6	0,29	0,25	0,2	0,32	0,19	0,62	0,24	0,49	0,24	0,24	0,49	0,62	0,24	0,49	0,24	No regulado	-
Manganeso	0,06	0,05	0,08	0,23	0,09	0,69	0,09	0,92	0,08	0,57	0,57	0,08	0,09	0,92	0,08	0,57	No regulado	-
Mercurio total	<0,0005	<0,005	<0,0005	<0,0005	0,0014	0,0013	<0,0005	<0,0005	<0,0007	<0,0007	0,01	<0,0007	<0,0005	<0,0005	<0,0007	<0,0007	0,01	mg/L
Níquel	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	No regulado	-
Plata	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	No regulado	-
Plomo	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	No regulado	-
Zinc	0,218	0,153	<0,025	<0,025	0,14	0,026	0,076	0,76	133	0,06	10	133	0,076	0,76	133	0,06	10	mg/L
Selenio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	No regulado	-
MUESTREO SIMPLE																		
PARAMETROS	UNIDAD																	
Sulfuros	0,34	0,15	1,428	2,15	0,216	<0,002	1,42	0,189	0,79	1,57	0,5	0,79	1,42	0,189	0,79	1,57	0,5	mg/L
Coliformes Fecales	2,40E+06	1,10E+06	1,30E+07	3,30E+05	1,10E+07	1,10E+04	7,90E+06	3,30E+05	7900000	46000	2000	7900000	3,30E+06	3,30E+05	7900000	46000	2000	NMP/100 mL
Coliformes Totales	9,20E+06	2,20E+06	5,40E+07	3,30E+05	1,10E+07	1,10E+04	1,70E+07	5,40E+05	7900000	1100000	No regulado	7900000	1,70E+07	5,40E+05	7900000	1100000	No regulado	-

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

Dentro de los parámetros que están por debajo de los límites máximos permisibles que si cumplen con la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes al Recurso Agua del TULSMA tenemos:

- **Potencial de hidrogeno (Ver Tabla 4)**

Tabla 4: Valores de Potencial de Hidrogeno (U pH)

	E	S1	LMP
may-18	7,2	7,1	9
jun-18	6,5	6,1	9
jul-18	7,3	7	9
ago-18	8	7,7	9
sep-18	7,3	7	9

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

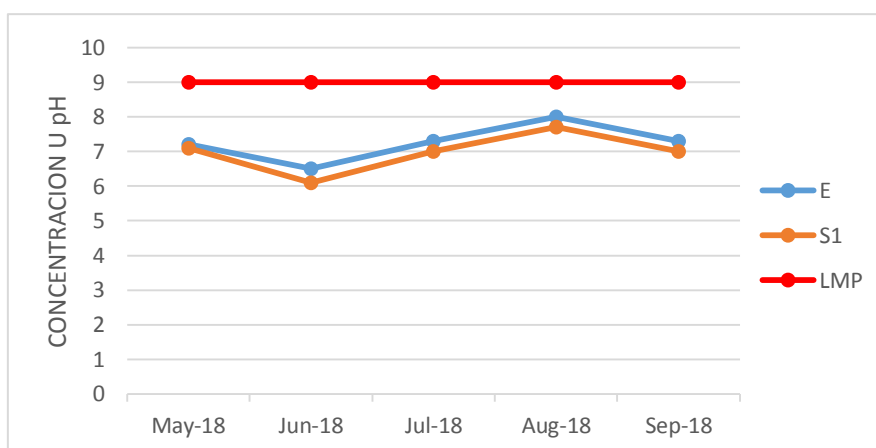


Figura 8: Grafico de Potencial de Hidrogeno

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Temperatura (Ver Tabla 5)**

Tabla 5: Valores de Temperatura (°C)

	E	S1	LMP
may-18	29	29	<35
jun-18	28	24	<35
jul-18	29	29	<35
ago-18	30	29	<35
sep-18	29	27	<35

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

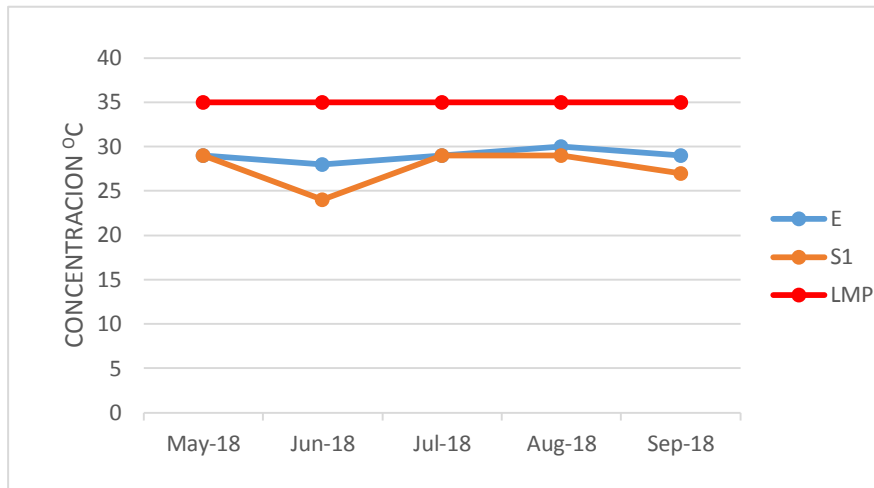


Figura 9: Grafico de Temperatura
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- Aceites y grasas (Ver Tabla 6)**

Tabla 6: Valores de Aceites y Grasas (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	<10	<10	30
jun-18	10,5	<10	30
jul-18	11,9	<10	30
ago-18	21,6	<10	30
sep-18	18,5	<10	30

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

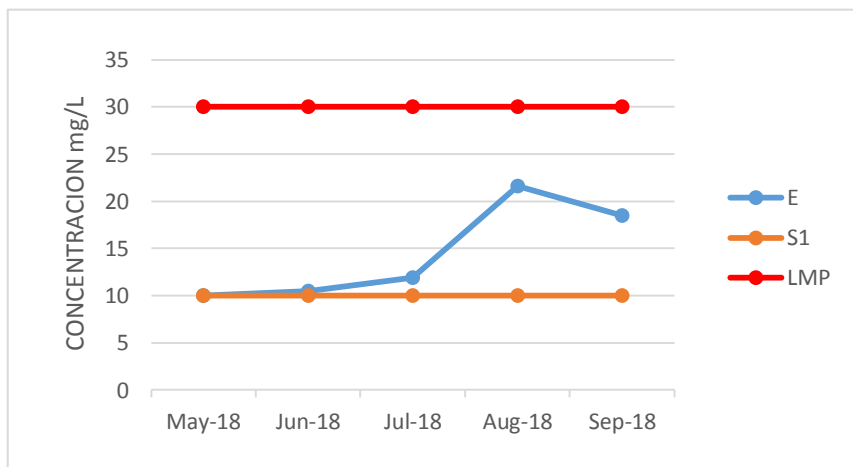


Figura 10: Grafico de Aceites y Grasas
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Cloruros (Ver Tabla 7)**

Tabla 7: *Valores de Cloruros (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	837	715	NO REGULADO
jun-18	952	828	NO REGULADO
jul-18	265	738	NO REGULADO
ago-18	270	961	NO REGULADO
sep-18	189	813	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Color (Ver Tabla 8)**

Tabla 8: *Valores de Color (UCV)*

	E	S1	LMP
may-18	33	11	INAPRECIABLE EN DILUCIÓN 1/20
jun-18	15	10	INAPRECIABLE EN DILUCIÓN 1/20
jul-18	30	15	INAPRECIABLE EN DILUCIÓN 1/20
ago-18	50	16	INAPRECIABLE EN DILUCIÓN 1/20
sep-18	40	24	INAPRECIABLE EN DILUCIÓN 1/20

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Conductividad (Ver Tabla 9)**

Tabla 9: *Valores de Conductividad (uS/cm)*

	E	S1	LMP
may-18	3540	2670	NO REGULADO
jun-18	3200	3170	NO REGULADO
jul-18	1303	2740	NO REGULADO
ago-18	1280	3430	NO REGULADO
sep-18	1096	3090	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (Ver Tabla 10)**

Tabla 10: *Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	80	15	200
jun-18	40	15	200
jul-18	70	8	200
ago-18	100	15	200
sep-18	80	20	200

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

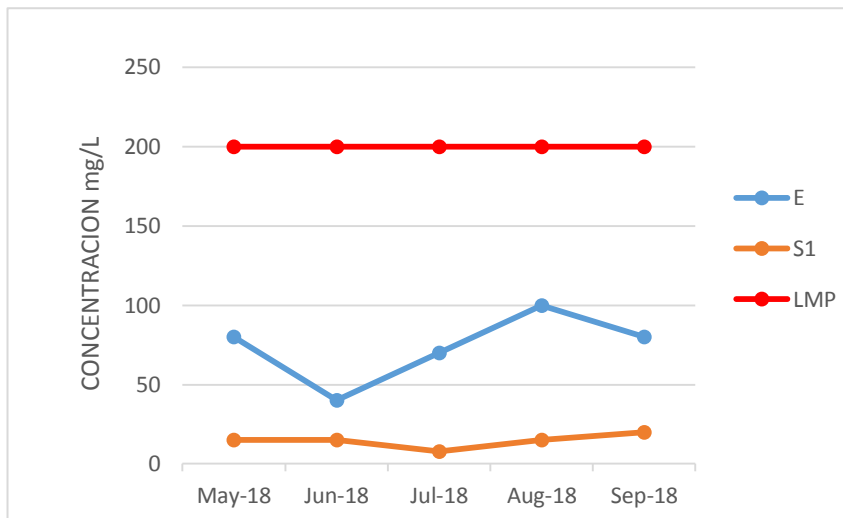


Figura 11: Gráfico de DBO₅

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Demanda Química de Oxígeno (Ver Tabla 11)**

Tabla 11: *Valores de Demanda Química de Oxígeno (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	183	94	400
jun-18	49	37	400
jul-18	139	42	400
ago-18	124	51	400
sep-18	146	30	400

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

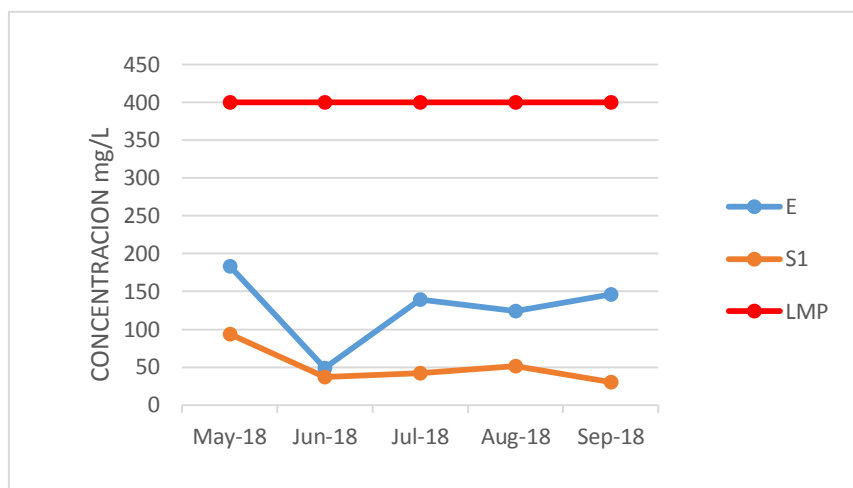


Figura 12: Grafico de DQO
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Fosforo Total (Ver Tabla 12)**

Tabla 12: Valores de Fosforo Total (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	3,8	2,1	NO REGULADO
jun-18	4,6	<1	NO REGULADO
jul-18	4,3	1,5	NO REGULADO
ago-18	3	1,3	NO REGULADO
sep-18			NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Hidrocarburos Totales Petróleo (Ver Tabla 13)**

Tabla 13: Valores de Hidrocarburos Totales de Petróleo (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	3,3	<3	20
jun-18	<3	<3	20
jul-18	<3	<3	20
ago-18	8,3	<3	20
sep-18	<3	<3	20

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

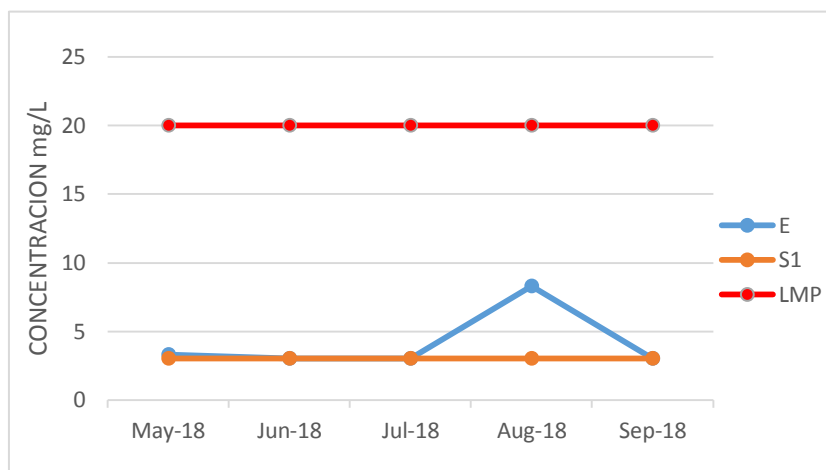


Figura 13: Grafico de Hidrocarburos Totales de Petróleo
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **N-Nitrato (Ver Tabla 14)**

Tabla 14: Valores de N-Nitrato (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	7,1	5	NO REGULADO
jun-18	0,2	9,7	NO REGULADO
jul-18	0,4	2,5	NO REGULADO
ago-18	0,3	1,4	NO REGULADO
sep-18	1	1,4	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **N-Nitrato (Ver Tabla 15)**

Tabla 15: Valores de N-Nitrito (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	0,4	0,54	NO REGULADO
jun-18	0,53	0,2	NO REGULADO
jul-18	9,7	0,03	NO REGULADO
ago-18	0,46	0,03	NO REGULADO
sep-18	0,03	0,03	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Nitrógeno Amoniacal (Ver Tabla 16)**

Tabla 16: Valores de Nitrógeno Amoniacal (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	14,3	0,4	NO REGULADO
jun-18	31,3	22,1	NO REGULADO
jul-18	29,6	1,2	NO REGULADO
ago-18	13,3	10,8	NO REGULADO
sep-18	13,5	8,3	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Nitrógeno Total Kjeldahl (Ver Tabla 17)**

Tabla 17: Valores de Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	54,1	13,6	40
jun-18	48,5	35,4	40
jul-18	19,3	7,1	40
ago-18	36,1	16,8	40
sep-18	22,3	11,6	40

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

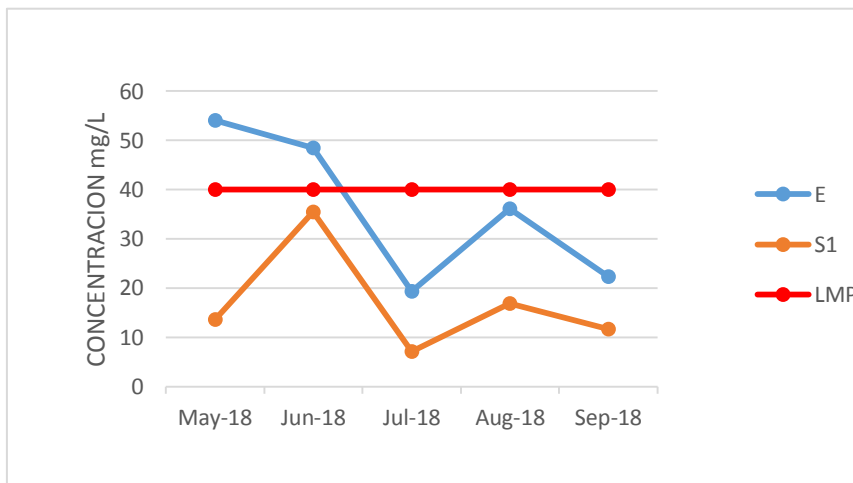


Figura 14: Grafico de Nitrógeno Total Kjeldahl

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Salinidad (Ver Tabla 18)**

Tabla 18: *Valores de Salinidad (g/L)*

	E	S1	LMP
may-18	7,9	1,4	NO REGULADO
jun-18	1,7	1,7	NO REGULADO
jul-18	0,6	1,4	NO REGULADO
ago-18	0,6	1,8	NO REGULADO
sep-18	0,5	1,6	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Solidos Disueltos Totales (Ver Tabla 19)**

Tabla 19: *Valores de Solidos Disueltos Totales (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	1979	1670	NO REGULADO
jun-18	1841	1940	NO REGULADO
jul-18	681	1606	NO REGULADO
ago-18	662	2024	NO REGULADO
sep-18	536	1961	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Solidos Sedimentables (Ver Tabla 20)**

Tabla 20: *Valores Solidos Sedimentables (mL/L)*

	E	S1	LMP
may-18	<0,5	<0,5	NO REGULADO
jun-18	1,2	<0,5	NO REGULADO
jul-18	<0,5	<0,5	NO REGULADO
ago-18	2,1	<0,5	NO REGULADO
sep-18	<0,5	<0,5	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Solidos Suspendidos Totales (Ver Tabla 21)**

Tabla 21: *Valores Solidos Suspendidos Totales (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	46	17	250
jun-18	56	22	250
jul-18	60	26	250
ago-18	78	18	250
sep-18	50	16	250

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

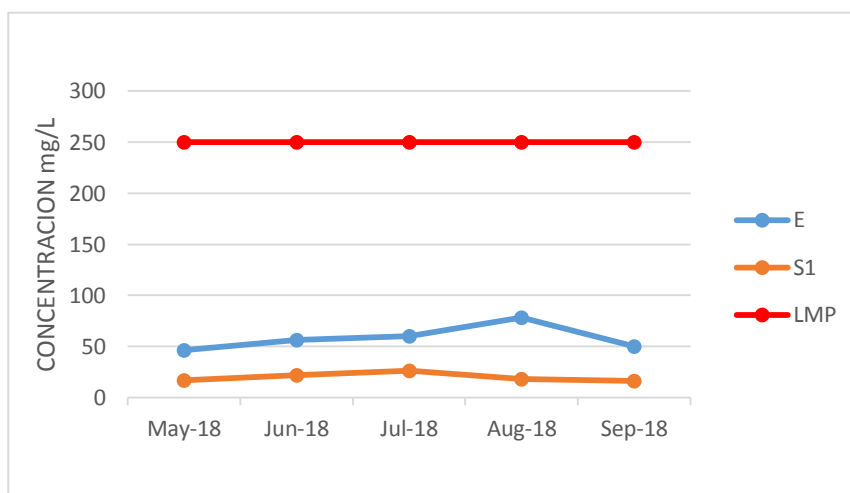


Figura 15: Grafico de Solidos Suspendidos Totales

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Solidos Suspendidos Volátiles (Ver Tabla 22)**

Tabla 22: *Valores Solidos Suspendidos Volátiles (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	34	14	NO REGULADO
jun-18	32	10	NO REGULADO
jul-18	49	10	NO REGULADO
ago-18	56	11	NO REGULADO
sep-18	46	13	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Solidos Totales (Ver Tabla 23)**

Tabla 23: *Valores de Solidos Totales (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	2025	1687	NO REGULADO
jun-18	1897	1962	NO REGULADO
jul-18	741	1632	NO REGULADO
ago-18	740	2042	NO REGULADO
sep-18	586	1977	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Sulfatos (Ver Tabla 24)**

Tabla 24: *Valores de Sulfatos (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	51	64	NO REGULADO
jun-18	105	96	NO REGULADO
jul-18	49	50	NO REGULADO
ago-18	61	65	NO REGULADO
sep-18	37	61	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Aluminio (Ver Tabla 25)**

Tabla 25: *Valores de Aluminio (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	0,74	0,43	5
jun-18	0,13	0,2	5
jul-18	0,33	0,29	5
ago-18	0,11	0,13	5
sep-18	0,17	0,7	5

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

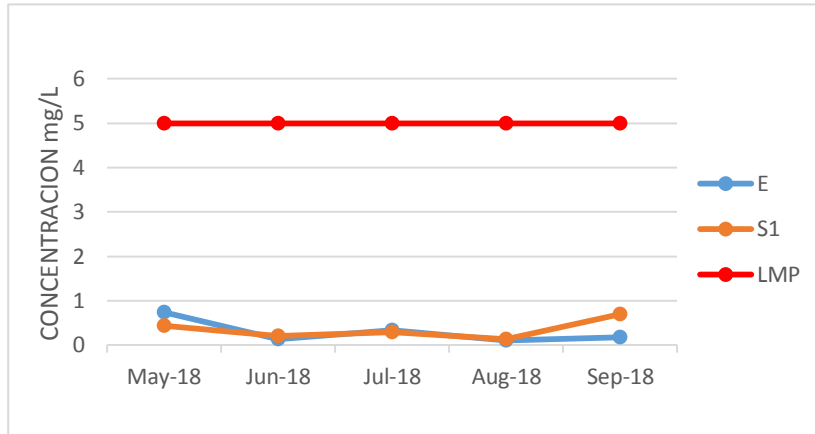


Figura 16: Grafico de Aluminio
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Arsénico Total (Ver Tabla 26)**

Tabla 26: Valores de Arsénico Total (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	0,004	0,001	0,5
jun-18	<0,0005	<0,0005	0,5
jul-18	0,005	0,042	0,5
ago-18	0,002	0,014	0,5
sep-18	0,001	0,012	0,5

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

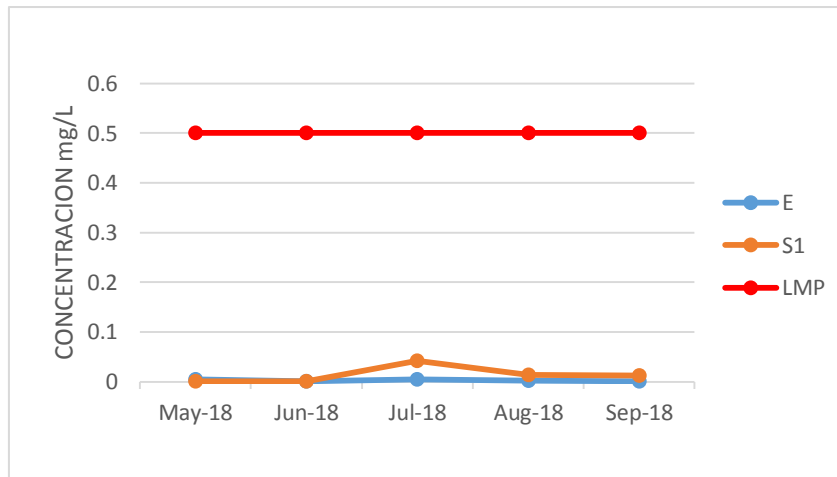


Figura 17: Grafico de Arsénico Total
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Bario (Ver Tabla 27)**

Tabla 27: *Valores de Bario (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	0,25	0,26	NO REGULADO
jun-18	0,25	0,25	NO REGULADO
jul-18	0,25	0,25	NO REGULADO
ago-18	0,25	0,25	NO REGULADO
sep-18	0,25	0,25	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Boro (Ver Tabla 28)**

Tabla 28: *Valores de Boro (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	<0,4	<0,4	NO REGULADO
jun-18	0,4	0,5	NO REGULADO
jul-18	<0,4	1,3	NO REGULADO
ago-18	<0,4	0,7	NO REGULADO
sep-18	<0,4	<0,4	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Cadmio (Ver Tabla 29)**

Tabla 29: *Valores de Cadmio (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	<0,025	<0,025	NO REGULADO
jun-18	<0,025	<0,025	NO REGULADO
jul-18	0,0349	0,0341	NO REGULADO
ago-18	<0,025	<0,025	NO REGULADO
sep-18	<0,025	<0,025	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Cianuro Total (Ver Tabla 30)**

Tabla 30: Valores de Cianuro Total (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	0,01	0,01	0,2
jun-18	0,01	0,01	0,2
jul-18	0,01	0,01	0,2
ago-18	0,01	0,01	0,2
sep-18	0	<0,003	0,2

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

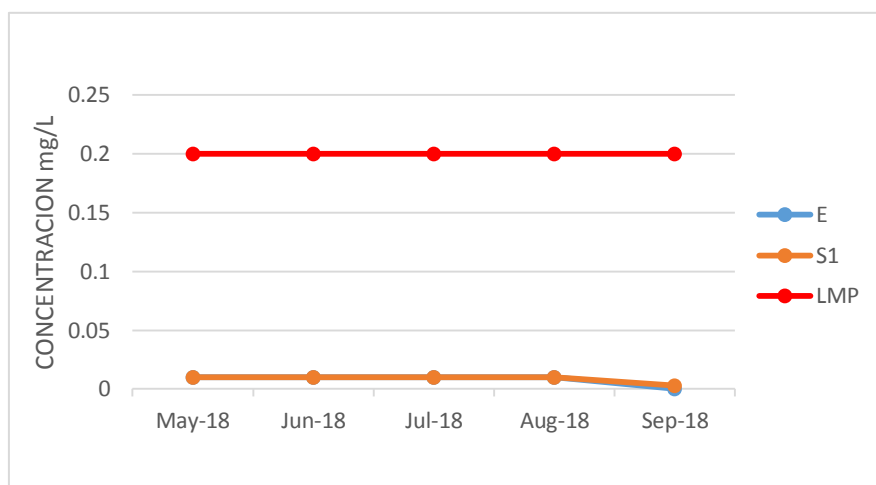


Figura 18: Grafico de Cianuro Total

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Cobre (Ver Tabla 31)**

Tabla 31: Valores de Cobre (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	<0,05	<0,05	1
jun-18	<0,05	<0,05	1
jul-18	<0,05	<0,05	1
ago-18	<0,05	<0,05	1
sep-18	<0,05	<0,05	1

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

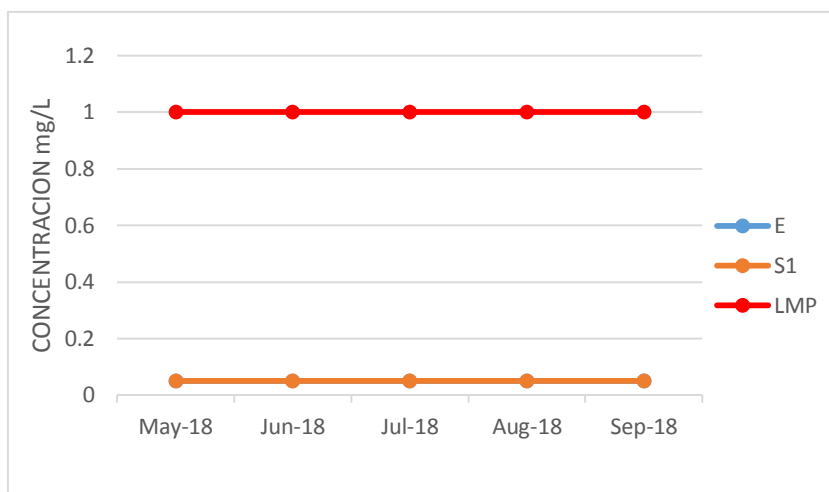


Figura 19: Grafico de Cobre
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Cromo hexavalente (Ver Tabla 32)**

Tabla 32: Valores de Cromo Hexavalente (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	<0,1	<0,1	0,5
jun-18	<0,1	<0,1	0,5
jul-18	<0,1	<0,1	0,5
ago-18	<0,1	<0,1	0,5
sep-18	<0,1	<0,1	0,5

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

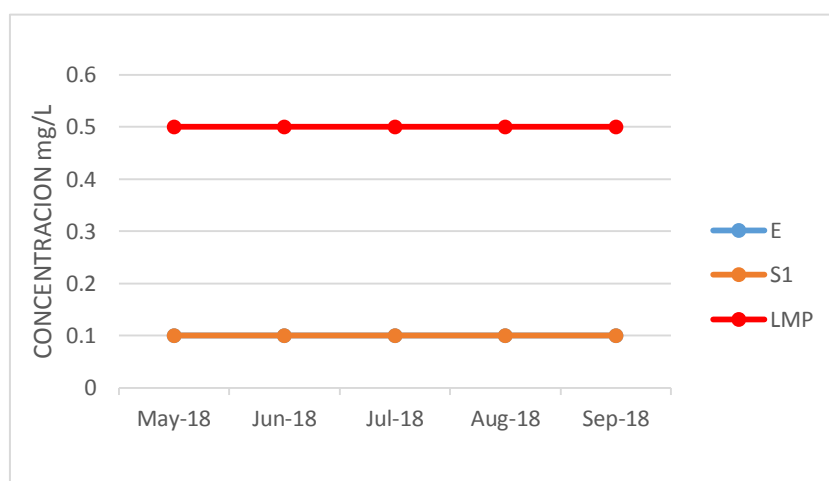


Figura 20: Grafico de Cromo Hexavalente
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Fenoles (Ver Tabla 33)**

Tabla 33: *Valores de Fenoles (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	0,6	0,29	NO REGULADO
jun-18	0,009	0,005	NO REGULADO
jul-18	0,32	0,19	NO REGULADO
ago-18	0,012	0,009	NO REGULADO
sep-18	0,017	0,002	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Fluoruros (Ver Tabla 34)**

Tabla 34: *Valores de Fluoruros (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	0,81	0,71	NO REGULADO
jun-18	0,69	0,61	NO REGULADO
jul-18	0,28	0,42	NO REGULADO
ago-18	0,46	0,83	NO REGULADO
sep-18	0,5	0,41	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Hierro (Ver Tabla 35)**

Tabla 35: *Valores de Hierro (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	0,6	0,29	NO REGULADO
jun-18	0,25	0,2	NO REGULADO
jul-18	0,32	0,19	NO REGULADO
ago-18	0,62	0,24	NO REGULADO
sep-18	0,49	0,24	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Manganesio (Ver Tabla 36)**

Tabla 36: Valores de Manganesio (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	0,06	0,05	NO REGULADO
jun-18	0,08	0,23	NO REGULADO
jul-18	0,09	0,69	NO REGULADO
ago-18	0,09	0,92	NO REGULADO
sep-18	0,08	0,57	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Mercurio Total (Ver Tabla 37)**

Tabla 37: Valores de Mercurio Total (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	<0,0005	<0,0005	0,01
jun-18	<0,0005	<0,0005	0,01
jul-18	0,0014	0,0013	0,01
ago-18	<0,0005	<0,0005	0,01
sep-18	<0,0007	<0,0007	0,01

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

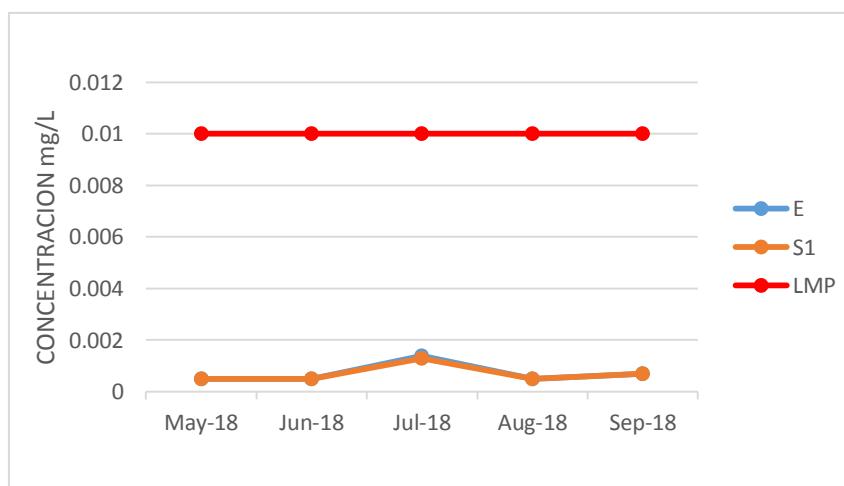


Figura 21: Grafico de Mercurio Total

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Níquel (Ver Tabla 38)**

Tabla 38: *Valores de Níquel (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
jun-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
jul-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
ago-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
sep-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Plata (Ver Tabla 39)**

Tabla 39: *Valores de Plata (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
jun-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
jul-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
ago-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO
sep-18	<0,05	<0,05	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Plomo (Ver Tabla 40)**

Tabla 40: *Valores de Plomo (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	<0,25	<0,25	NO REGULADO
jun-18	<0,25	<0,25	NO REGULADO
jul-18	<0,25	<0,25	NO REGULADO
ago-18	<0,25	<0,25	NO REGULADO
sep-18	<0,25	<0,25	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Zinc (Ver Tabla 41)**

Tabla 41: Valores de Zinc (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	0,218	0,153	10
jun-18	<0,025	<0,025	10
jul-18	0,14	0,026	10
ago-18	0,076	0,076	10
sep-18	1,33	0,6	10

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

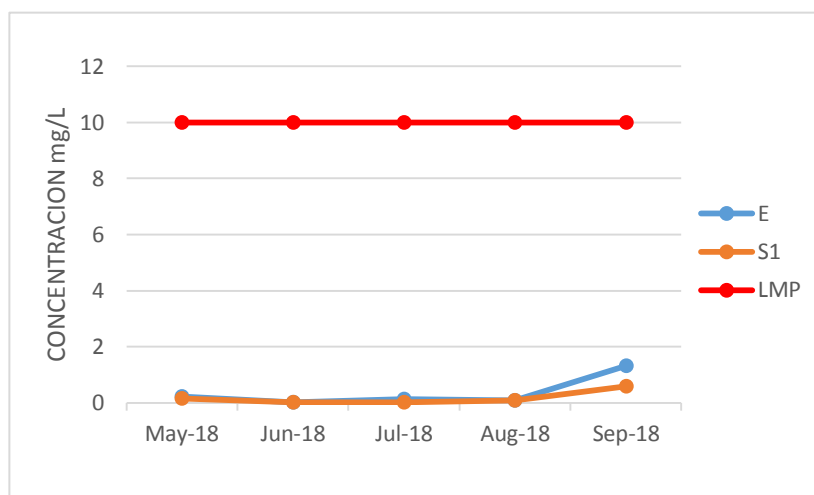


Figura 22: Grafico de Zinc

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Selenio (Ver Tabla 42)**

Tabla 42: Valores de Selenio (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	<0,001	<0,001	NO REGULADO
jun-18	<0,001	<0,001	NO REGULADO
jul-18	0,002	0,002	NO REGULADO
ago-18	<0,001	<0,001	NO REGULADO
sep-18	0,001	0,001	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

- **Coliformes Totales (Ver Tabla 43)**

Tabla 43: *Valores de Coliformes Totales (NMP/100 mL)*

	E	S1	LMP
may-18	9,20E+06	2,20E+06	NO REGULADO
jun-18	5,40E+07	3,30E+05	NO REGULADO
jul-18	1,10E+07	1,10E+04	NO REGULADO
ago-18	1,70E+07	5,40E+05	NO REGULADO
sep-18	79000	110000	NO REGULADO

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

De acuerdo a los análisis de laboratorio de efluentes los parámetros con valores por encima del límite máximo permisible según la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes al Recurso Agua del TULSMA tenemos:

- **Tensoactivos**, durante el mes de junio del 2018 se identificó una concentración de 0,8 mg/L, en el mes de julio 0,9 mg/L en el mes de agosto 1,3 mg/L y en el mes de septiembre 0,9 mg/L, teniendo como límite máximo permisible 0,5 mg/L. **(Ver Tabla 44)**

Tabla 44: *Valores de Tensoactivos (mg/L)*

	E	S1	LMP
may-18	0,1	0,09	0,5
jun-18	3,65	0,8	0,5
jul-18	6,2	0,9	0,5
ago-18	7,6	1,3	0,5
sep-18	6,7	0,9	0,5

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

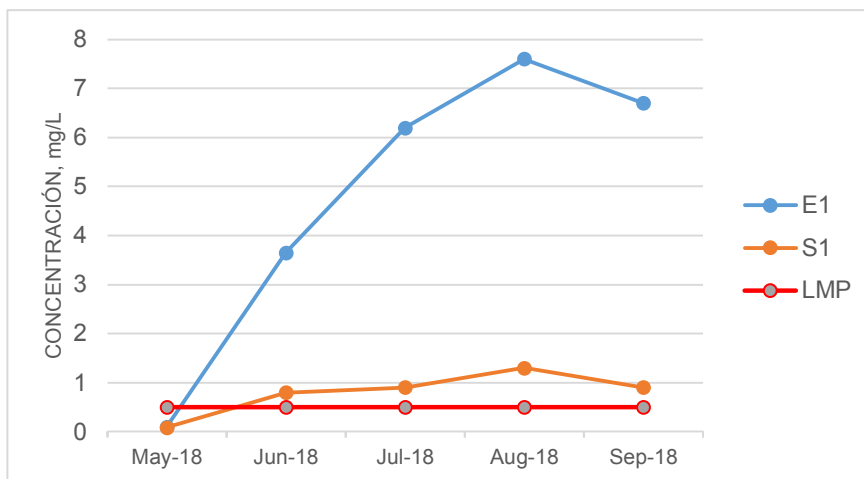


Figura 23: Gráfico de tensoactivos
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Sulfuros**, durante el mes de junio con 2,15 mg/L y en el mes de septiembre con 1,57 mg/L, teniendo en cuenta como límite máximo expresado 0,5 mg/L. (Ver **Tabla 45**)

Tabla 45: Valores de Sulfuros (mg/L)

	E	S1	LMP
may-18	0,34	0,15	0,5
jun-18	1,428	2,15	0,5
jul-18	0,216	0,002	0,5
ago-18	1,42	0,189	0,5
sep-18	0,79	1,57	0,5

Fuente: (Emapag-EP, 2018)
Elaborado por: Robles, M. (2019)

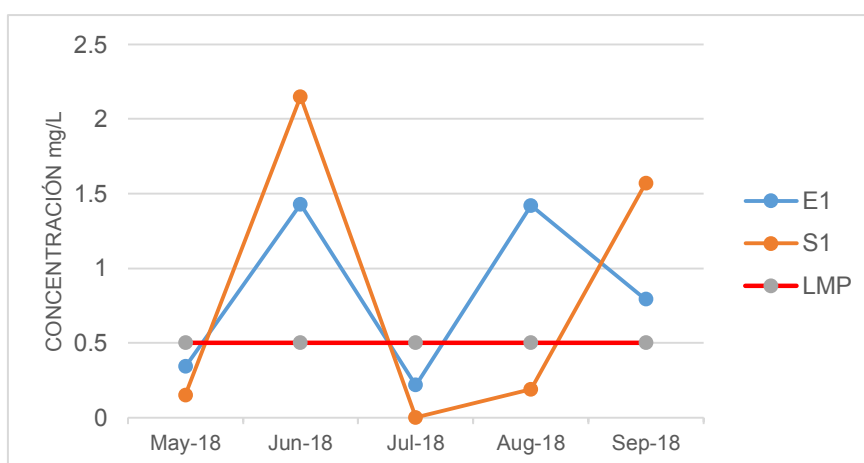


Figura 24: Gráfico de sulfuros
Fuente: (Emapag-EP, 2018)

- **Coliformes fecales**, en el mes de mayo del 2018, muestras de 1100000 NMP/100 mL, durante el mes de junio 330000 NMP/100 mL, en el mes de julio 11000 NMP/100 mL, en el mes de agosto 350000 NMP/100 mL y en el mes de septiembre 460000 NMP/100 mL, teniendo en cuenta que como límite máximo expresado 2000 NMP/100 mL. **(Ver Tabla 46)**

Tabla 46: Valores de Coliformes Fecales (NMP/100 mL)

	E	S1	LMP
may-18	2,40E+06	1,10E+06	2000
jun-18	1,30E+07	3,30E+05	2000
jul-18	1,10E+07	1,10E+04	2000
ago-18	7,90E+06	3,50E+05	2000
sep-18	7,90E+06	4,60E+05	2000

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

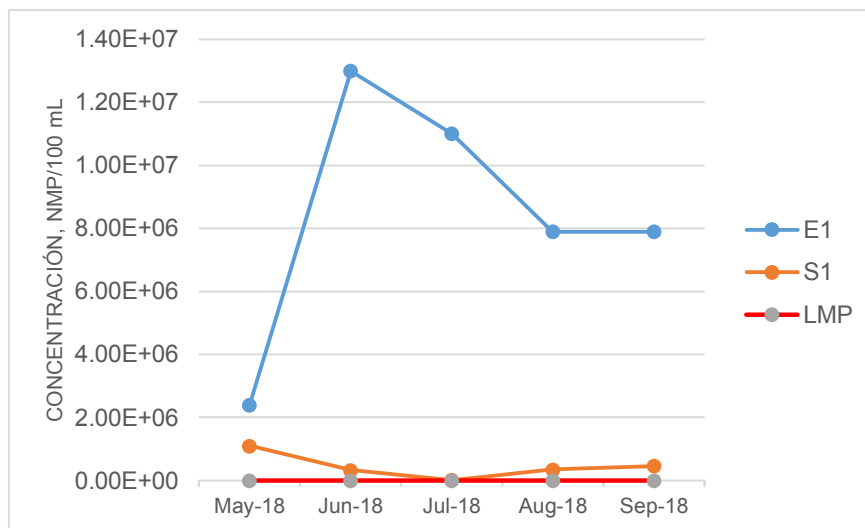


Figura 25: Grafico de Coliformes Fecales

Fuente: (Emapag-EP, 2018)

3.6. Diagnóstico inicial

De acuerdo a los análisis de resultados proporcionados por las empresas Interagua C. Ltda y Emapag-EP se puede evidenciar que la concentración de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) es baja por lo tanto la materia orgánica se encuentra diluida, esto se debe a la infraestructura del sistema de recolección de aguas servidas que proviene de la ciudadela Puerto Azul tiene varios años de funcionamiento por lo tanto se han generado grietas en las tuberías lo que causa infiltraciones de agua. **(Ver Figura 26)**



Figura 26: Ciudadela Puerto Azul.
Fuente: (Plusvalia)

Además, existe otra aportación que inicialmente no estaba incluida que son las aguas servidas que provienen de la ciudadela Bosques de la Costa lo cual genera un incremento en los niveles de concentración de coliformes fecales en el agua residual que ingresa a la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.

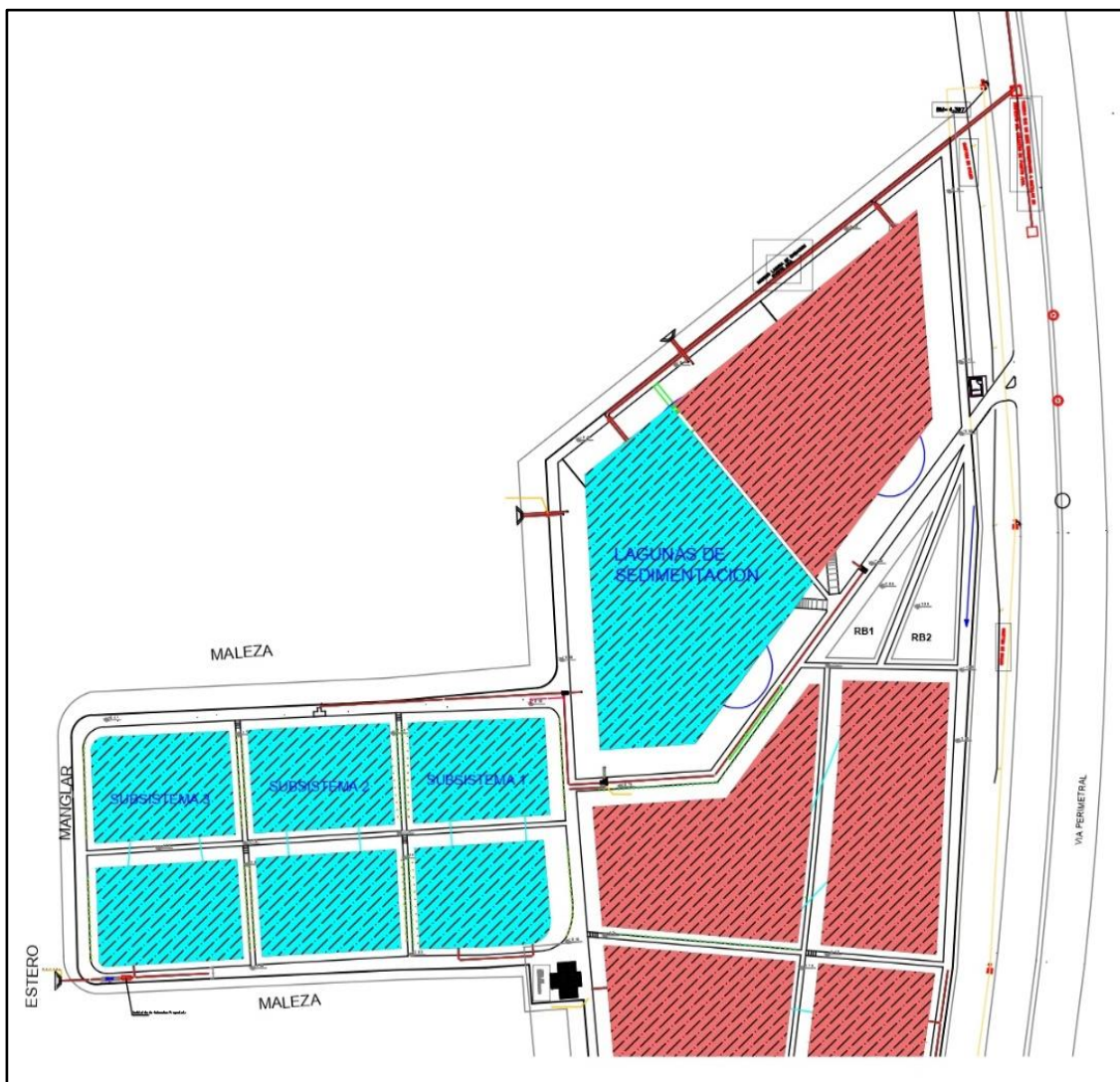
CAPÍTULO IV

INFORME FINAL o PROPUESTA

De acuerdo a los parámetros que están sobre los límites máximos permisibles, que son tensoactivados, sulfuros y coliformes fecales, se diseñó la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.

4.1. Descripción de los procesos

El sistema está compuesto por una laguna de sedimentación y 3 subsistemas de Pantanos Secos Artificiales, cada uno compuesto por un lecho lijado y un lecho pulido, operando en serie. (Ver Figura 27)



Figuras 27: Descripción grafica de la PTAR Pantanos Secos Artificiales
Fuente: (Interagua, 2019)

1. Ingreso del agua la laguna de sedimentación

El agua ingresa mediante la línea de impulsión a la laguna de sedimentación, en las descargas de esta laguna están instaladas unas válvulas de compuerta con el fin de darle flexibilidad de operación al sistema, sobre todo en su etapa inicial o durante alguna reparación que sea necesario realizar. Dicha laguna está cubierta por vegetación para evitar la generación de olores y los lodos serán retirados por un sistema de extracción de lodos, este proceso es considerado como pretratamiento. (Ver Figura 28)



Figura 28: Laguna de Sedimentación
Fuente: (Interagua, 2019)

Pretratamiento

El pre-tratamiento se define como el proceso físico mediante el cual se eliminan los constituyentes que pueden provocar problemas de funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Como ejemplo se puede citar la separación por gravedad como es la sedimentación de partículas discretas mediante lagunas de sedimentación. En este proceso se logra la separación de partículas suspendidas con peso específico mayor al del agua por acción de la fuerza de la gravedad. La sedimentación acelerada corresponde a la remoción de partículas en suspensión por acción de la fuerza de gravedad, pero dentro de un campo de flujo acelerado.

La laguna de sedimentación cuenta con un área de 11603,80 m² y una profundidad de 4 metros. El agua se descarga al siguiente proceso mediante una estructura de salida que tiene una válvula la cual permitirá controlar los caudales y permitir flexibilidad de operación en la laguna de sedimentación.

En el fondo de las lagunas ocurre la descomposición bentónica de los sólidos sedimentables de manera anaeróbica. Mediante una capa de Jacinto de Agua (lechuguines) se reduce la producción de algas mientras que simultáneamente se genera oxígeno para mantener un ambiente superficial aeróbico para el control de olores.

2. Subsistema 1,2,3

Posteriormente el agua es dirigida hacia los diferentes lechos mediante gravedad, los cuales corresponden a 3 subsistemas de PSATM, de 1.50 metros de altura cada piscina, los cuales operaran en paralelo, este proceso se lo denomina tratamiento secundario. El agua es repartida a estos mediante un distribuidor, que tiene rejillas en serie para retener cualquier solido que pase de la laguna antes de que el agua ingrese a los PSATM. Cada descarga de este distribuidor, cuenta con una válvula de cuchilla, con el fin de darle flexibilidad de operación al sistema. Cada uno de estos lechos tendrá en su ingreso cajas de ingreso y en su salida cajas de control, la que permitirá controlar el nivel de agua dentro del lecho.

Los líquidos pasarán de la laguna de sedimentación a una serie de dos PSAsTM, normalmente conocidos como lechos lijados y pulidos (Ver Figura 29)

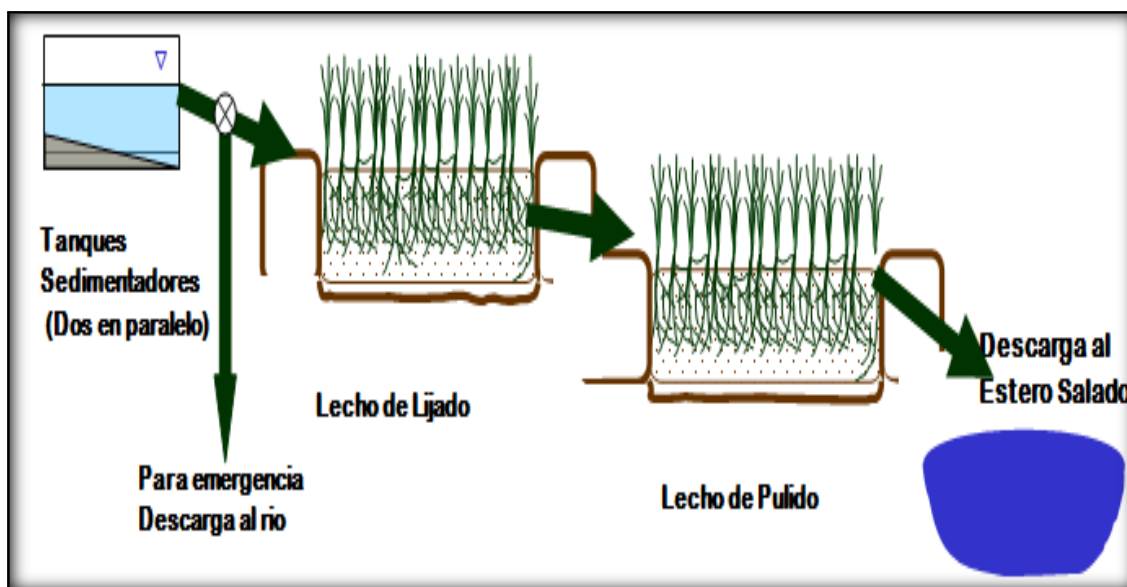


Figura 29: Unidades de PSATM en operación en serie.

Fuente: (Interagua, 2019)

3. Retorno al estero

La descarga de los lechos se realiza mediante una tubería que recoge el agua de los lechos y lo descarga al estero salado mediante muros de ala (Ver Figura 30). Antes de

dichas descargas se encuentra instalado un medidor de caudal tipo Khafagi-Venturi con el objetivo de llevar un control adecuado de los caudales de salida. (ver Figura 31)

La mayoría de las plantas acuáticas producen compuestos que exudan y atacan a los organismos entéricos, tales como Salmonella, Enterococi y E. Coli Por esta razón no se recomienda la desinfección química (por ejemplo, con cloro, además de que éste genera compuestos carcinógenos tales como las cloraminas).



Figura 30: Muro de alas
Fuente: (Interagua, 2019)

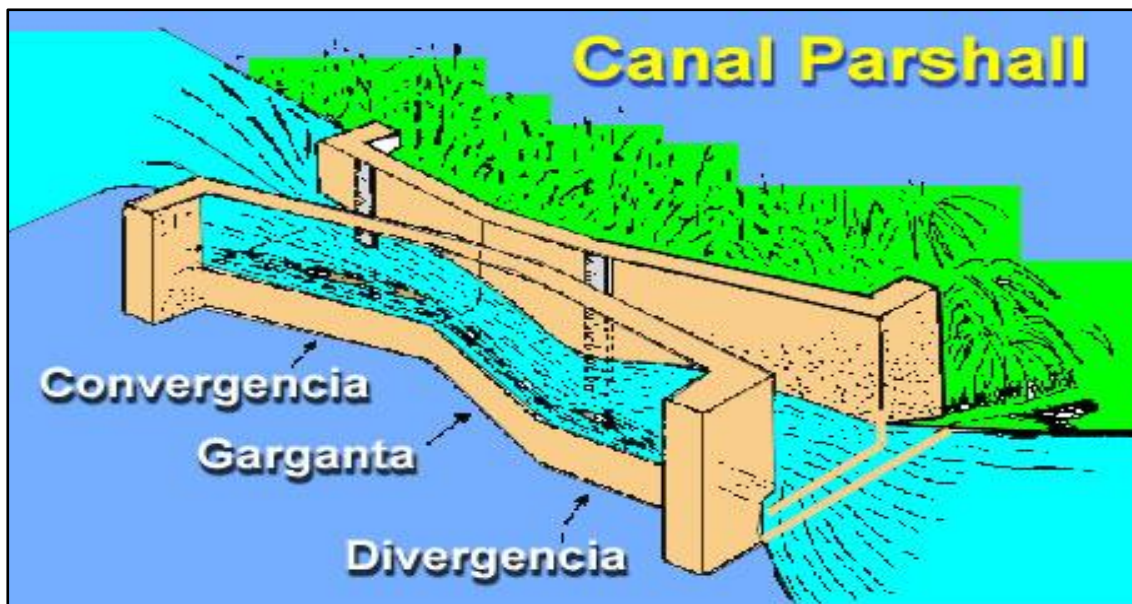


Figura 31: Canal Parshall
Fuente: (Interagua, 2019)

4.1.1 Diagrama de procesos de operación de la PTAR

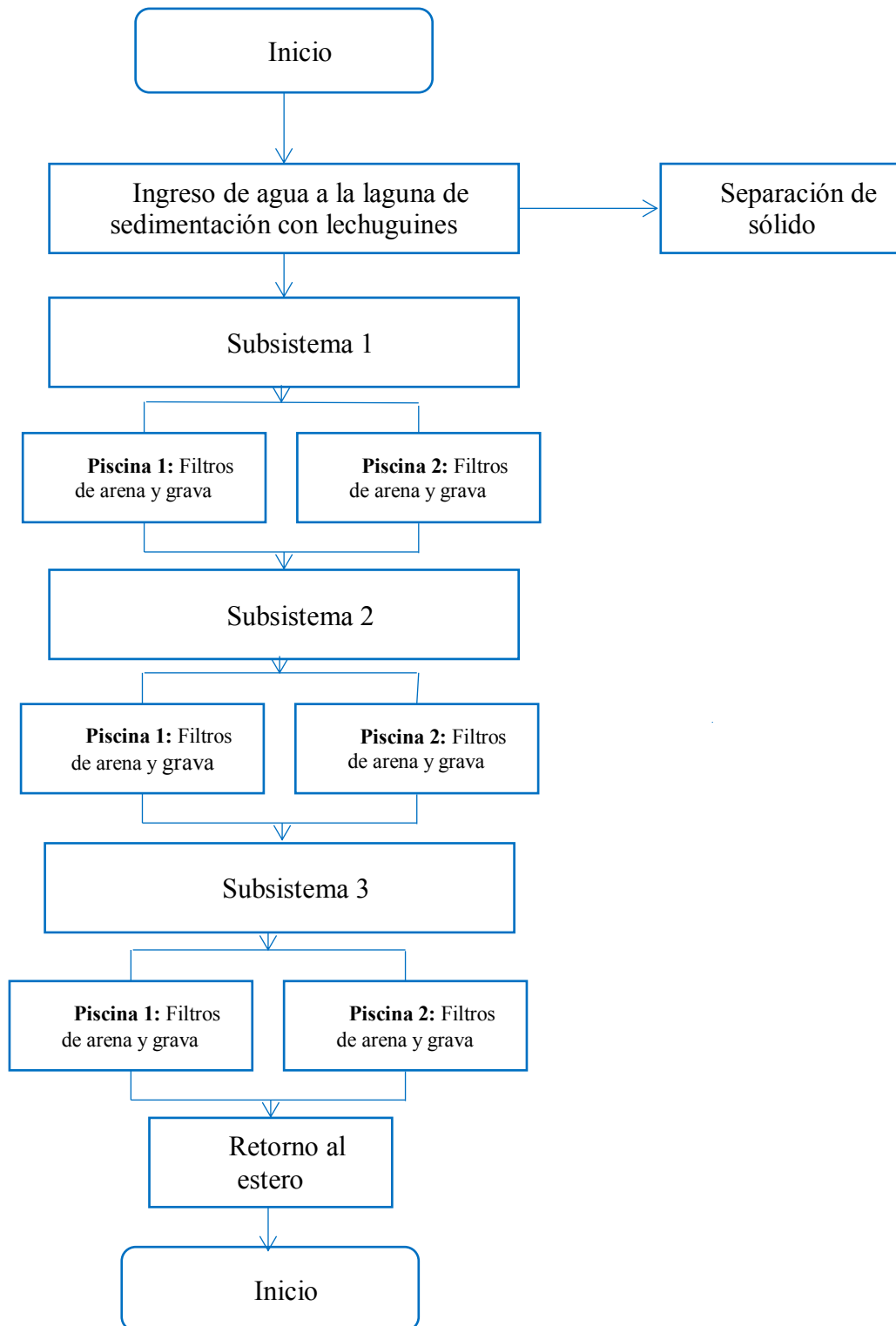


Figura 32: Diagramas de procesos de operación de la PTAR
Elaborado por: Robles, M. (2019).

4.2. Adición de un nuevo proceso para eliminación Tensoactivos.

La solución a este parámetro está dentro de las competencias químicas ambientales las cuales son las encargadas de resolver este inconveniente presentado en la PTAR Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul.

4.3. Adición de un nuevo proceso para eliminación sulfuros.

Sulfuro de hidrógeno (H₂S)

El sulfuro de hidrógeno normalmente existe en el agua de poros de humedales debido a que se genera por la simplificación de sulfato y la degradación del material orgánico.

El H₂S es considerado un problema fundamental para los sistemas de aguas residuales municipales, la dispersión de este gas incoloro en el aire origina un olor repugnante e incluso tóxico para los seres humanos.

Cuando el sulfuro producido en las zonas anóxicas se transporta a las zonas óxicas de los humedales puede ser oxidado nuevamente a azufre elemental o sulfato, ya que la presencia de estos componentes no es problemática para los humedales porque no son tóxicas, la oxidación se puede dar por vía química o biológica. Los procesos de oxidación de sulfuro conocidos pueden incluir oxidación química con oxígeno, oxidación química anóxica y oxidación bacteriana en condiciones óxicas y anóxicas.

Solución de tratamiento propuesta.

Para la eliminación de sulfuros en el agua residual en la PTAR pantanos secos artificiales de Puerto azul se recomienda un tratamiento con oxidación por aireación utilizando equipos de aireadores superficiales.

Aireadores Superficiales

Los aireadores superficiales son empleados para transmitir oxígeno al agua y secuencialmente generar una mezcla de aire-agua en la alberca donde se aplique. Pueden instalarse de forma fija o flotando y se los pueden utilizar en tanques poco o muy profundos, estanques de parques, lagunas, canales de circulación, etc. Funcionan como una bomba de alta rotación empujando el agua desde debajo de la superficie hacia arriba, generando el contacto con el aire, después por gravedad caen las gotas y regresan al agua, mezclándose con oxígeno. También se pueden utilizar para conservar a los cuerpos de agua saludables y en circulación. Existen factores como el calor que pueden ser

cuestionables para la aireación debido a las elevadas tasas de evaporación que se crean a consecuencia de ello, lo que produce un efecto desfavorable en ciertas aplicaciones. (Ver **Figura 33**)



Figura 33: Aireador Artificial
Fuente: (Fluence, 2018)

Ventajas del Aireador Superficial

- No impurifica la atmosfera.
- Los aireadores superficiales reducen la difusión de olores.
- Son fabricados en sentidos horario y anti-horario, alcanzando mejor eficacia de mezcla del medio líquido.

Se recomienda su posible instalación en el tratamiento primario (laguna de sedimentación) de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul. Vale recalcar que para la colocación de estos equipos es necesario retirar los lechuguines que están en el área destinada para su posible implementación. (Ver **Figura 34**)

Costo de equipos de aireación superficial

El costo aproximado de estos equipos de aireación superficial en el mercado es de \$500 dolares cada uno.



Figura 34: Laguna de Sedimentación
Fuente: (Interagua, 2019)

4.4. Adición de un nuevo proceso para eliminación de coliformes fecales

Rayos UV

La radiación UV brinda una eliminación veloz y precisa de los microorganismos por medio de procesos físicos. Las ondas germicidas de la luz UV inactivan la capacidad de reproducción de los virus, los protozoos y las bacterias. Se ha comprobado que la radiación UV es eficiente frente a los microorganismos patógenos causantes de enfermedades parasitarias, víricas o bacterianas.

La luz ultravioleta es la porción del espectro electromagnético que se encuentra entre los rayos X y la luz visible. Se han definido cuatro regiones del espectro UV- vacío UV entre 100 y 200 nm, UVC entre 200 y 280 nm, UVB entre 280 y 315 nm, y UVA entre 315 y 400 nm. La aplicación práctica de la desinfección UV se basa en la capacidad germicida de UVB y UVA. (Cairns)

Ventajas:

- Se lo conoce como el proceso que no añade sustancias químicas al agua.
- No necesita de manipulación ni almacenamiento de sustancias químicas corrosivas o tóxicas, lo que significa un beneficio para el bienestar de los operarios de las plantas y la población adyacente.
- El tratamiento por radiación UV no origina subproductos carcinógenos de la desinfección que puedan afectar a la calidad del agua.
- La desinfección por UV tiene un elevado porcentaje de eficacia en la eliminación de microorganismos.

Desventajas:

- La baja dosificación puede no desactivar efectivamente algunos virus, esporas y quistes.
- Algunas veces los organismos pueden reparar o invertir los efectos destructivos de la radiación UV mediante un “mecanismo de reparación”, también conocido como fotoreactivación o, en ausencia de radiación, como “reparación en oscuro”.
- Un programa de mantenimiento preventivo es necesario para controlar la acumulación de sólidos en la parte externa de los tubos de luz.
- La turbidez y los sólidos suspendidos totales (SST) en el agua residual hacen que la desinfección con luz UV sea ineficaz. El uso de la desinfección con lámparas UV de baja presión no es tan efectivo en el caso de efluentes secundarios con niveles de SST mayores a 30 mg/L.
- La desinfección con luz UV no es tan económica como la desinfección con cloro, pero los costos son competitivos cuando la cloración requiere descloración y se cumple con los códigos de prevención de incendios. (ISA, 2015)

El desarrollo de la propuesta, permitirá instalar una máquina de rayos UV en el proceso de retorno al estero, de esta manera todos los coliformes fecales serán eliminados y se contribuirá a brindar un agua tratada de calidad y sin residuos patógenos y perjudiciales para la salud.

4.4.1. Diagrama de procesos con aplicación de UV

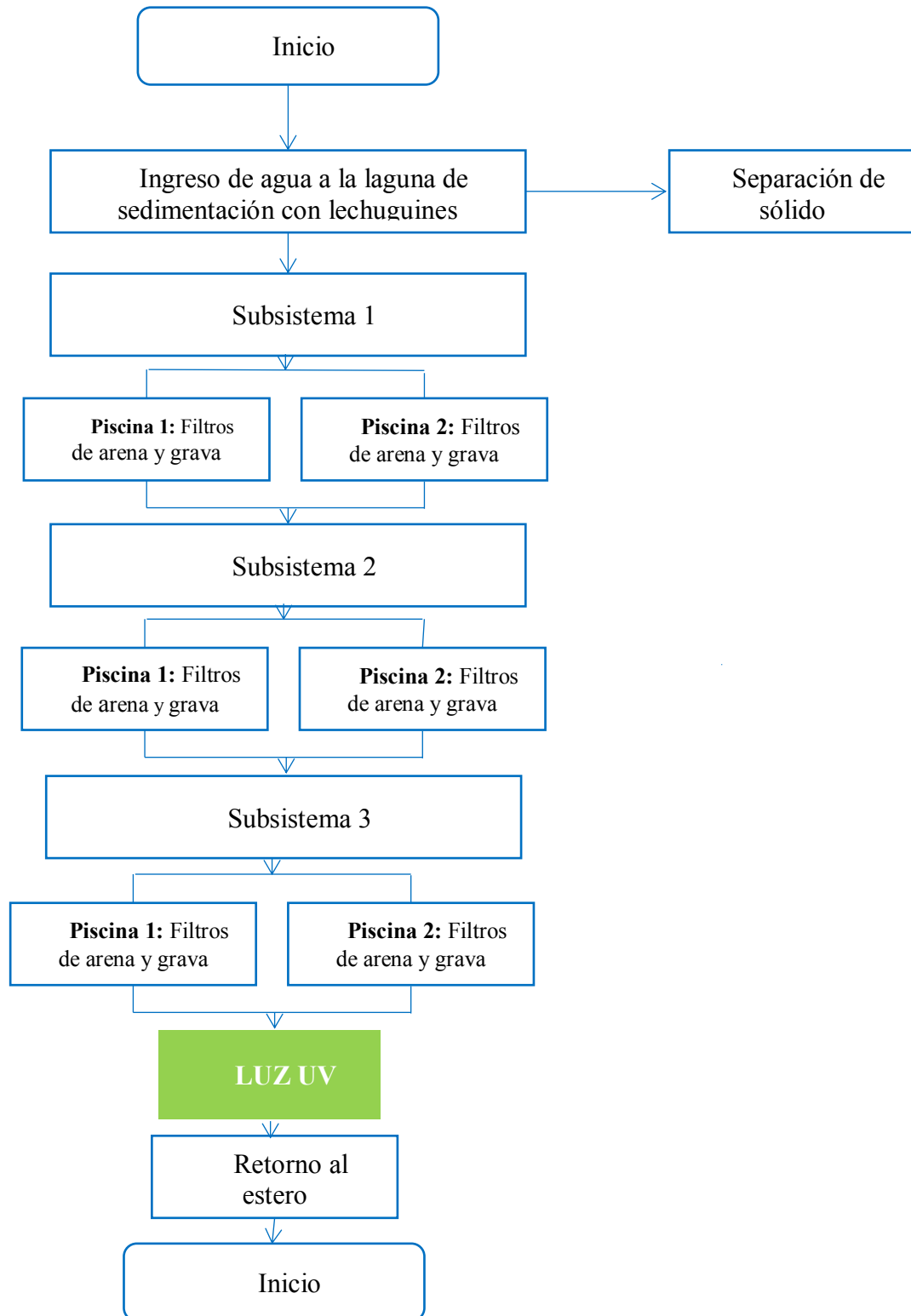


Figura 35: Descripción de procesos con aplicación UV
Elaborado por: Robles, M. (2019)

4.4.2. Sistema a implementar:

Sistema TROJAN UV SONUS

Para ayudar a la reducción de coliformes fecales se propone implementar el proceso de desinfección por lámparas UV denominado TROJAN UV SONUS, este sistema UV se puede instalar en canales abiertos en interiores o al aire libre. **(Ver Figura 36)**

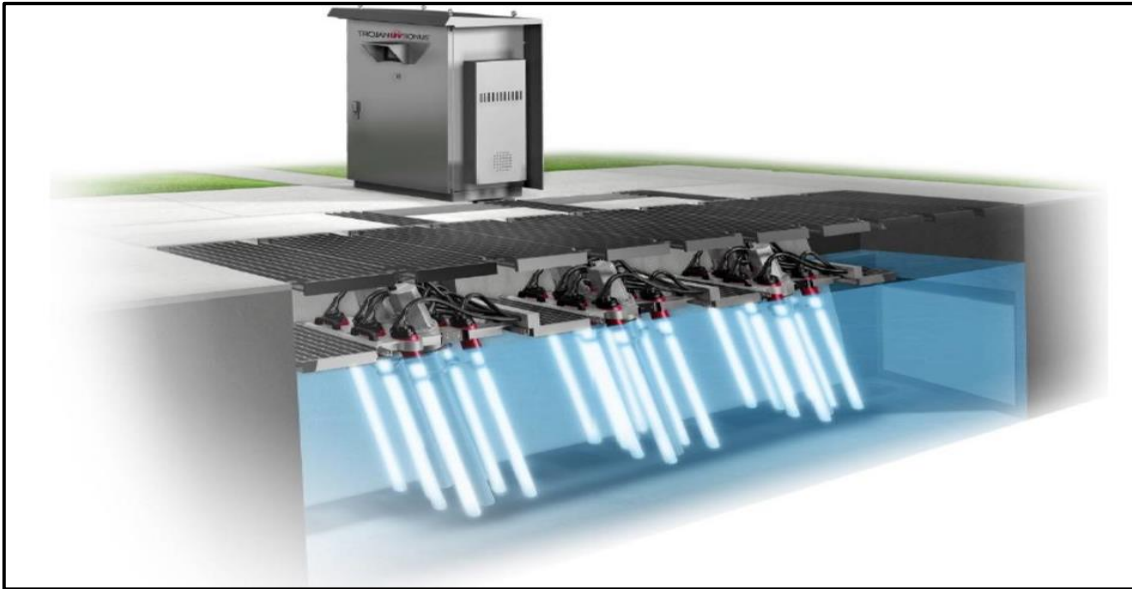


Figura 36: Sistema Trojan UV Sonus
Fuente: (ASTAP, 2019)

Descripción del sistema.

Diseñado para reducir costos, dimensiones compactas y regulación de dosis para reducir costos.

Ventajas:

- Las lámparas Trojan UV Solo Lamps™ de alto rendimiento ofrecen una reducción del número de lámparas, dimensiones compactas y menores costos de instalación.
- La regulación automática de dosis ajusta la potencia de la lámpara cuando el flujo es bajo para reducir el consumo de energía.
- El modularidad del sistema permite ampliarlo con facilidad para flujos superiores. **(Ver Figura 37)**

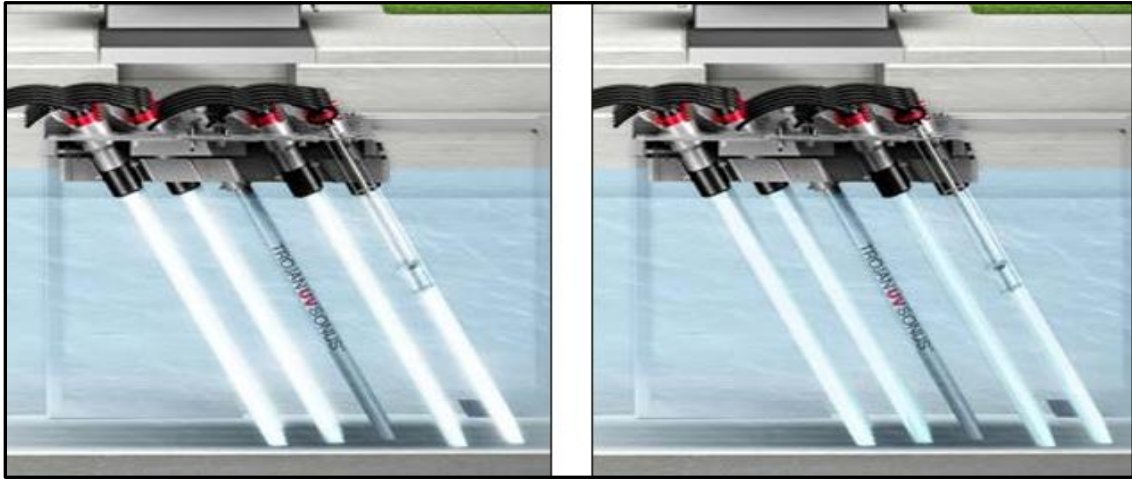


Figura 37: La regulación automática de dosis ajusta la potencia de la lámpara para reducir el consumo de energía en condiciones de flujo medio
Fuente: (ASTAP, 2019)

Seguridad y facilidad de mantenimiento

Funciones de diseño comprobadas para reducir el mantenimiento y garantizar la seguridad del operador.

Ventajas:

- El sistema de limpieza opcional funciona automáticamente, sin la participación del operador y sin interrumpir el proceso de desinfección.
- Las fundas pueden desmontarse con facilidad y limpiarse a mano si el sistema de limpieza no está instalado.
- Se requiere un solo operador para sustituir las lámparas una a una sin interrumpir la desinfección.
- La alimentación de energía se desconecta automáticamente al desenchufar los cables de la lámpara para proteger a los operadores de una exposición accidental a componentes eléctricos. **(Ver Figura 38)**

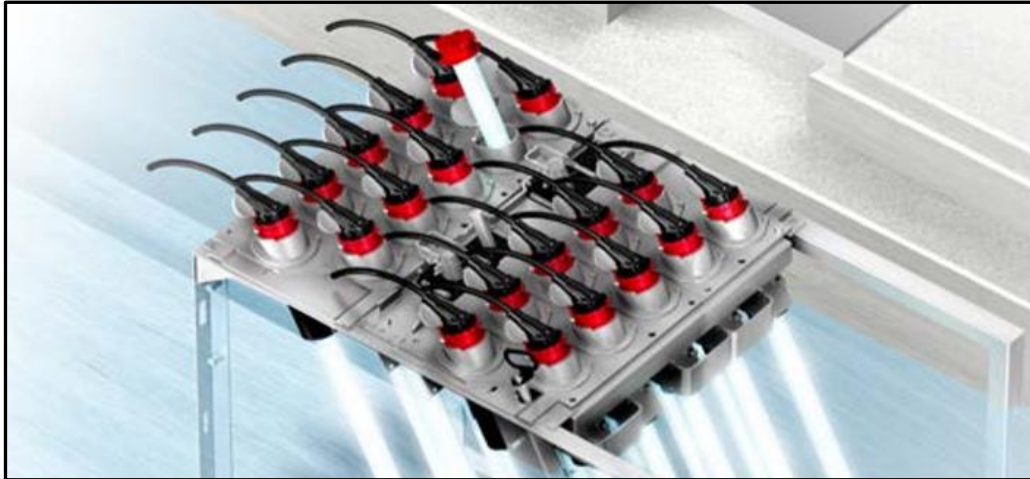


Figura 38: Se requiere un solo operador para sustituir fácilmente las lámparas y los tubos. Un dispositivo de seguridad en la lámpara impide extraer una lámpara activada del tubo.
Fuente: (ASTAP, 2019)

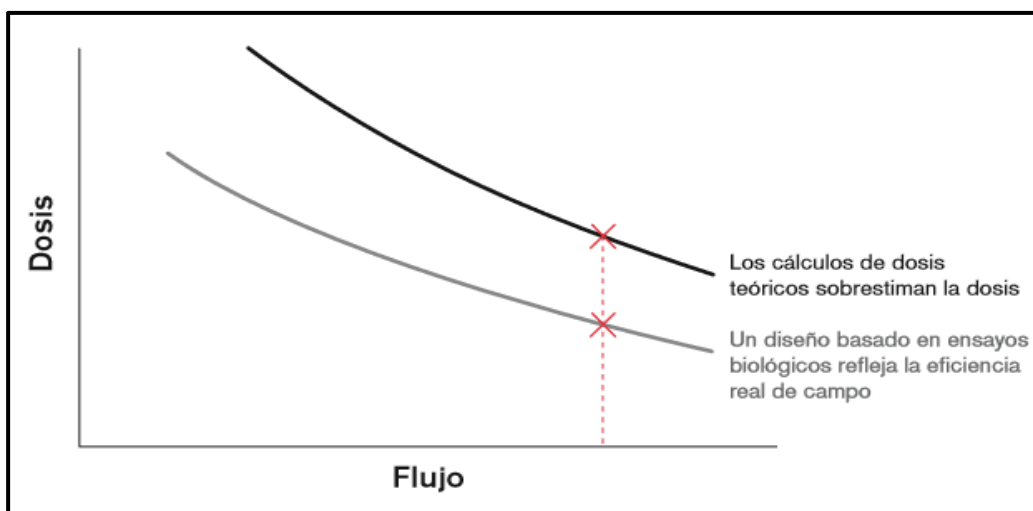
Validación de Bioensayo con Normativa Aprobada

Las pruebas reales garantizan una administración precisa de la dosis.

Ventajas:

Se generan datos reales de rendimiento mediante pruebas de ensayo biológico a distintos caudales, calidades de salida y transmitancia UV.

La validación mediante ensayo biológico es la única forma de incorporar con precisión los efectos de la potencia real y el espaciamiento de las lámparas, la eficiencia del balasto, la hidráulica de fluidos, la transmisión de las fundas de cuarzo y otras variables que afectan la eficacia de la desinfección. **(Ver Figura 39)**



Figuras 39: los cálculos teóricos sobrestiman la dosis administrada y ponen en peligro la eficiencia del sistema
Fuente: (ASTAP, 2019)

Centro de Control del Sistema (SCC)

El SCC supervisa y controla todas las funciones del sistema UV, incluyendo la regulación de la dosis mediante la atenuación de las lámparas. El controlador de microprocesador (instalado en el PDC) incluye una pantalla táctil LCD que muestra el estado del banco y alarmas comunes. El controlador presenta símbolos de fácil lectura para simplificar el diagnóstico. **(Ver Figura 40)**



Figura 40: 1. Centro de Control del Sistema (SCC) y 2. Centro de Distribución de potencia (PDC)
Fuente: (ASTAP, 2019)

Centro de distribución de potencia (PDC)

El panel PDC compacto incluye los controladores de alta eficiencia de las lámparas y los componentes de distribución de potencia. **(Ver Figura 41)**



Figura 41: Centro de Distribución de potencia (PDC)
Fuente: (ASTAP, 2019)

Sistema UV

El sistema UV se puede instalar en canales abiertos en interiores o al aire libre. Cada sistema es configurado con incremento de cuatro lámparas y un sistema de limpieza (opcional). Un banco está formado por lámparas colocadas en paralelo a lo ancho de canal. **(Ver Figura 42)**

Sistema de limpieza de la funda

El sistema automático de limpieza mecánica limpia las fundas de cuarzo sin interrumpir el proceso de desinfección. **(Ver Figura 42)**

Trojan UV Solo Lamps™

Con una gran emisión de UV y una alta eficacia eléctrica, las lámparas Trojan UV Solo Lamps™ ofrecen ventajas de costos y mantenimiento al reducir el número total de lámparas. Las lámparas se encuentran dentro de fundas protectoras de cuarzo y colocadas en una posición escalonada e inclinada, lo que mejora la eficacia de la desinfección y facilita la sustitución de las lámparas. **(Ver Figura 42)**

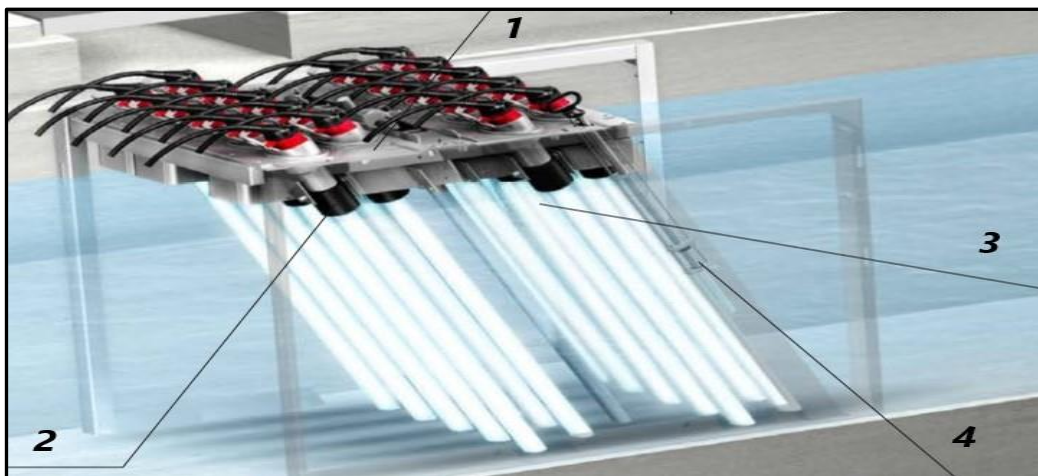


Figura 42: 1. Sistema UV, 2. Sistema de limpieza de funda, 3. Trojan UV Solo Lamps™ y 4. Sensor de intensidad UV.

Fuente: (ASTAP, 2019)

Sensor de intensidad UV

Cada sistema UV puede equiparse con un sensor de intensidad UV que monitorea continuamente la intensidad de la lámpara. **(Ver Figura 43)**



Figura 43: Sensor de intensidad UV
Fuente: (ASTAP, 2019)

Regulador de nivel de agua

Un vertedor fijo tipo serpentino es todo lo que se necesita para mantener el nivel de agua apropiado en el canal. El vertedor garantiza que las lámparas permanezcan sumergidas en todo momento. **(Ver Figura 44)**

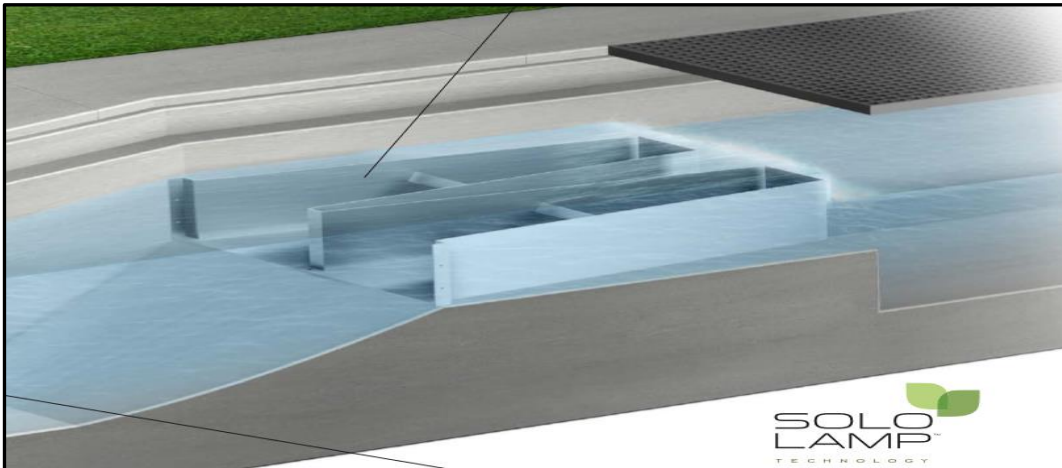


Figura 44: Regulador de nivel de agua
Fuente: (ASTAP, 2019)

Beneficios Principales TrojanUVSonus™

Lámpara de tecnología revolucionaria.

Ventajas significativas de costos y mantenimiento con las lámparas TrojanUV Solo Lamps™ de alta eficiencia eléctrica.

Configuración inclinada de la lámpara.

El arreglo exclusivo de las lámparas, desarrollado mediante modelos de dinámica de fluidos computacionales, optimiza la eficacia de desinfección y minimiza las pérdidas de carga.

Menor tiempo de mantenimiento.

Sin interrumpir la desinfección, las lámparas y las fundas presentan un fácil acceso y pueden ser sustituidas rápidamente por un solo operador.

Sistema actualizable.

Elija entre una selección de funciones estándar y opciones que se adaptan a los requisitos específicos de su proyecto y su presupuesto.

Diagnóstico rápido.

Los indicadores de estado LED en cada enchufe de lámpara permiten identificar rápidamente el estado de cada lámpara.

Controles sencillos.

Microprocesador con símbolos visuales de fácil lectura, menos texto y desplazamiento de páginas.

Seguridad del operador.

Un dispositivo de desconexión en cada lámpara evita la exposición accidental a los componentes eléctricos para garantizar la seguridad del operador.

Desinfección probada.

Diseño basado en validación con Bioensayo. Datos de rendimiento verificados en campo eliminan el diseño con resultados supuestos que resultan de cálculos teóricos de dosis.

Asistencia global.

Atención local. La extensa red de proveedores de servicio certificados de Trojan ofrece una respuesta rápida para tareas de servicio y suministro de piezas de repuesto.

Rendimiento asegurado y amplia garantía.

Los sistemas Trojan incluyen una garantía de eficacia de desinfección durante toda la vida.

Tabla 47: Especificaciones del sistema TROJAN UV SONUS

Características del sistema	Trojan UV Sonus™
Aplicaciones típicas	2-15 MGD y una amplia gama de calidades del agua
Tipo de lámparas	Trojan UV Solo Lamp™ (amalgama)
Tipo de controlador de la lámpara	Electrónico de alta eficacia
Potencia de entrada de cada lámpara	500 W
Arreglo de lámparas	Arreglo escalonado e inclinado
Incremento de lámparas por banco	4 lámparas (mínimo 8 lámparas por banco)
Sensor de intensidad UV	1 sensor por canal (opcional)
Dispositivos de control de nivel	Vertedero fijo
Sensor de nivel de agua	1 sensor de electrodo de bajo nivel de agua por canal
Control de la lámpara	Intensidad de lámpara variable entre 30 /100%
Centro de distribución de potencia:	
Clasificación del panel	TIPO 4 (IP65) Acero al carbono
Lugar de instalación	Exterior o interior
Sistema de limpieza de tubos:	
Sistema de limpieza	Sistema de limpieza mecánica (opcional)
Centro de control del sistema:	
Controlador	Microprocesador HMI con pantalla táctil monocromática
Salidas discretas (típicas)	Estado del banco y alarmas comunes
Entradas analógicas (típicas)	Flujo (4-20 mA)
Tendencias	Flujo, Dosis (opcional)
Especificaciones eléctricas:	
Centro de distribución de potencia	380 Y/220 V, trifásica, 4 alambres más tierra, 50/60 Hz

Fuente: (ASTAP, 2019)

Elaborado por: Robles, M. (2019)

Area para implementación del sistema TROJAN UV SONUS

El área donde se instalaría el sistema Trojan UV Sonus cuenta con las siguientes dimensiones: 11 metros de longitud, 4 metros de ancho y 2,40 metros de profundidad. (Ver Figura 45)



Figura 45: Unidad de desinfección proyectada

Fuente: (Interagua, 2019)

Cotización realizada por la empresa ASTAP

El contenido de la propuesta es el siguiente:

- 1) 2 sistemas para instalación en canales (bancos), longitud mínima de canal requerida: 10,3 m, ancho del canal: 0,66 m, profundidad recomendada del canal: 1.7m.
- 2) MODULOS UV
 - Número total de bancadas por canal: 2.
 - Número de lámparas por bancada: 16.
 - Número total de lámparas: 64.
 - Potencia de lámparas: 500 W.
 - Demanda máxima de potencia: 33,66 kW.

3) PANELES UV

Cantidad de centros de distribución de potencia: 2.

Cantidad de centros de control de sistema: 2.

4) EQUIPO DIVERSO

Cantidad de controladores de nivel: 2.

Tipo de controlador de nivel: ALC.

Tipo de limpieza: mecánica.

5) Cableado eléctrico y de señales entre los módulos y los PDCs.

6) Mangueras hidráulicas para limpieza entre módulos y PDCs.

7) Planos de instalación.

8) Manuales de instalación, operación y mantenimiento.

9) Instalación, puesta en marcha y revisión del montaje, la supervisión y puesta en marcha será realizada por un técnico de Trojan.

10) Control de dosis: se requiere una señal 4-20 mA procedente de un caudalímetro (no incluido) y/o de transmitancia UV (UVT) (no incluido).

11) El sistema QSI tendrá: SCADA con protocolo Modbus, entradas y salidas digitales y entradas analógicas.

12) No se incluye suministro de componentes o servicios no incluidos en la lista precedente.

13) Se adjunta el Scope of Supply del fabricante y diagramas propuestos.

4.4.3. Horizonte de planificación.

Este sistema de desinfección de rayos ultravioleta tendrá un periodo de diseño de 25 años.

4.4.4. Diseño de cisterna de desinfección ultravioleta:

Según las especificaciones técnicas dadas por la empresa Astat se procedió a diseñar la cisterna que contendrá los equipos de desinfección ultravioleta.

Vista en planta de cisterna para equipo de desinfección:

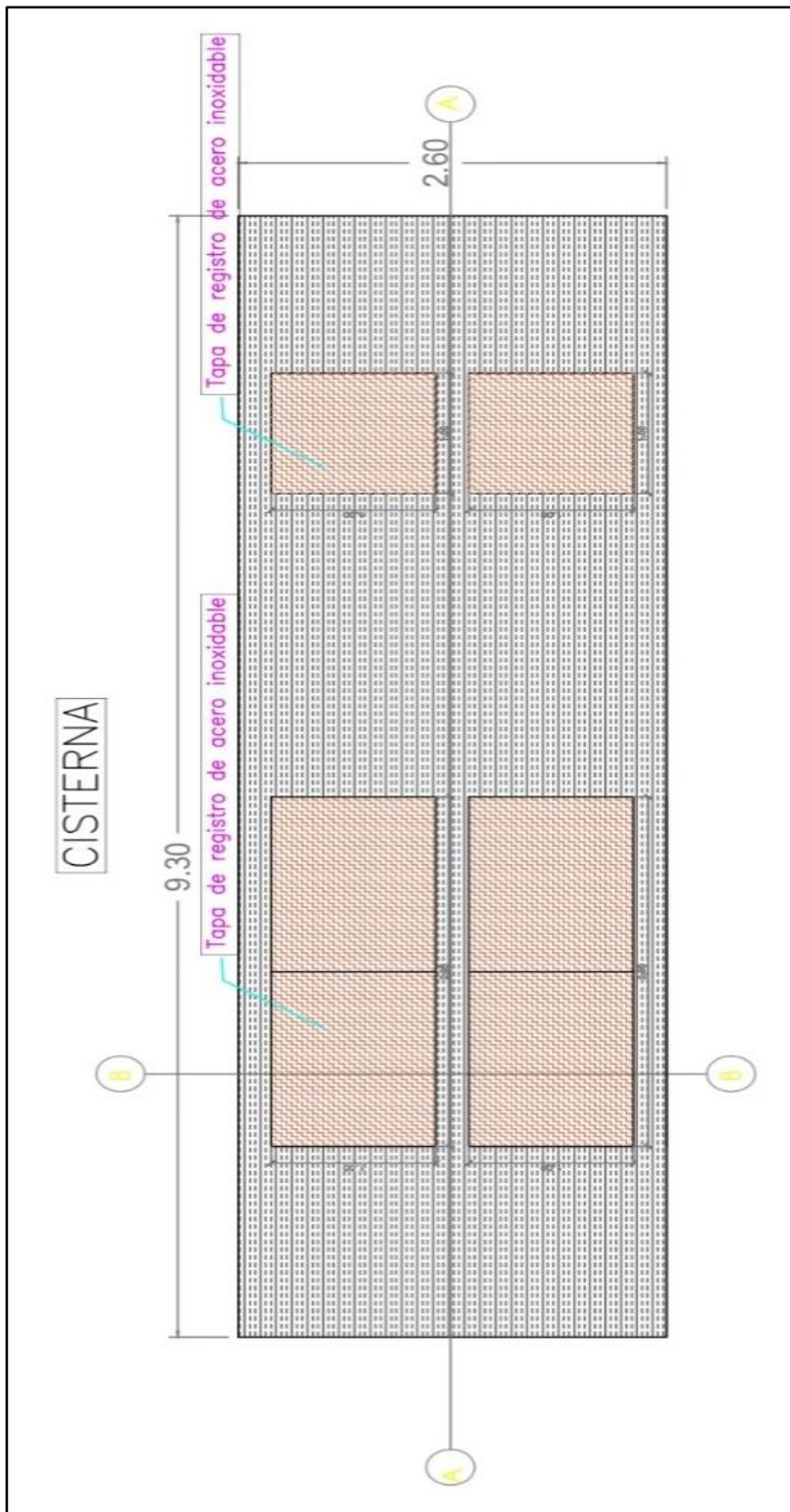


Figura 46: Vista en planta cisterna para equipo de desinfección
Fuente: Robles, M. (2019)

Detalle (A) corte longitudinal:

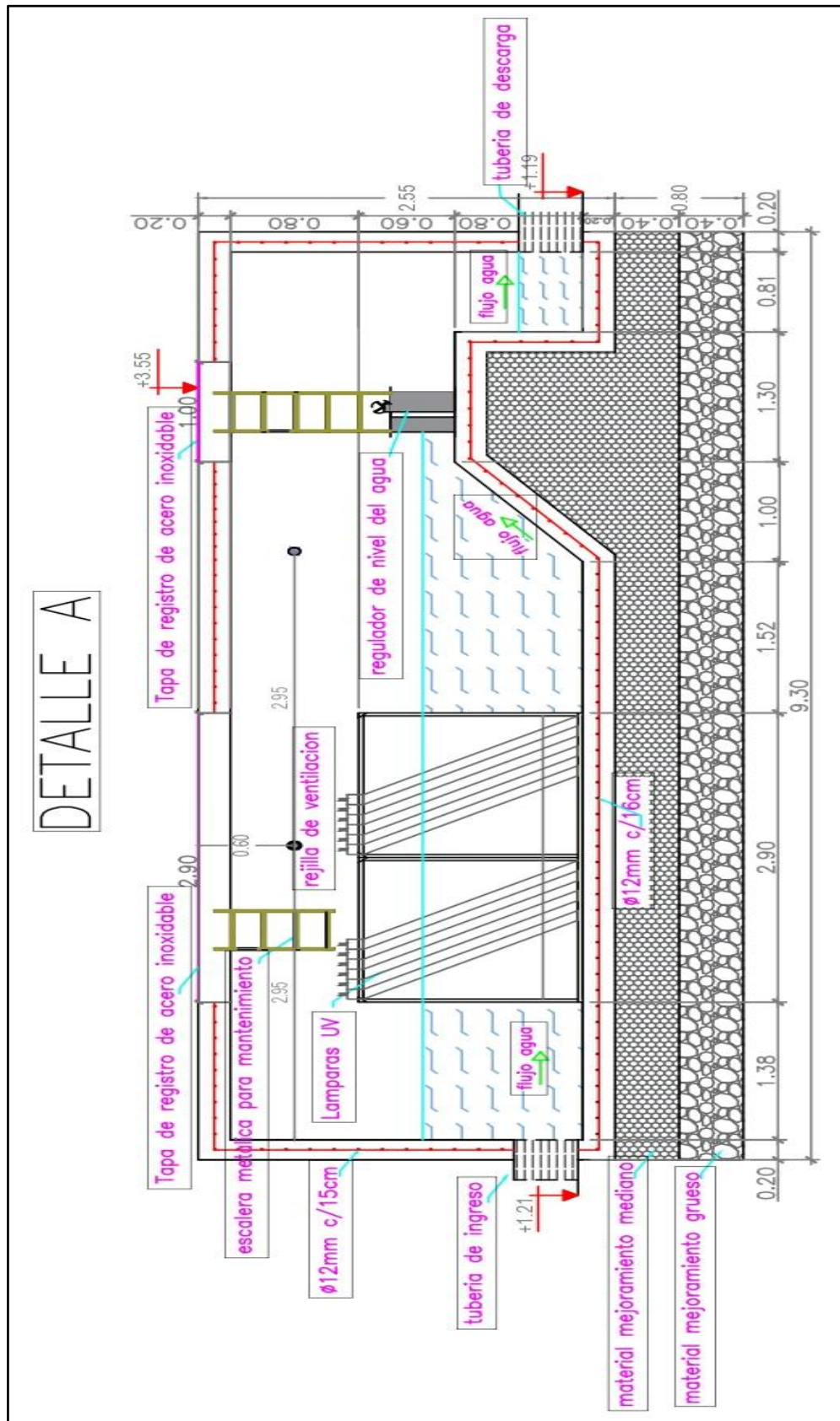


Figura 47: Detalle A (corte longitudinal) cisterna para equipo de desinfección
Fuente: Robles, M. (2019)

Detalle (B) corte transversal:

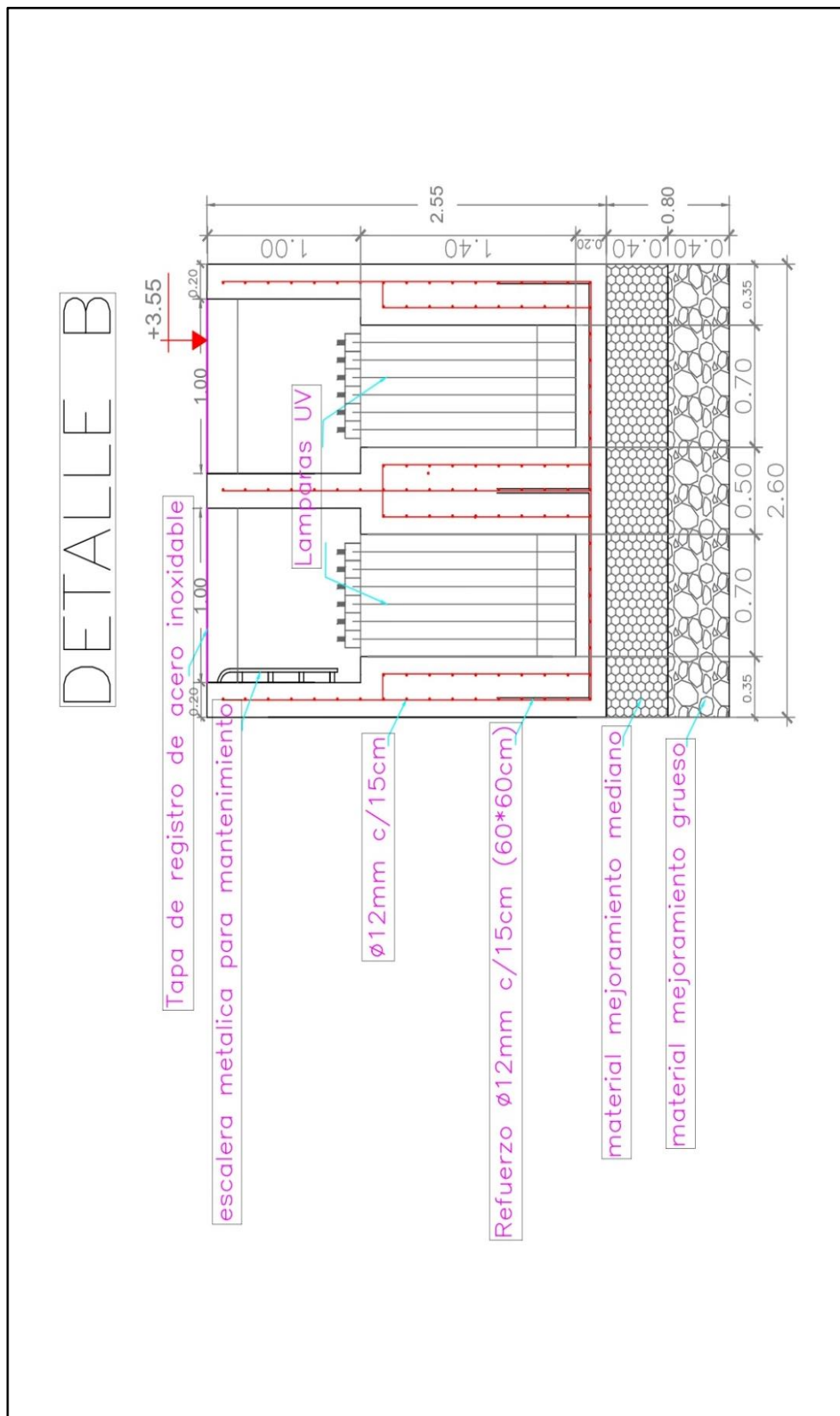


Figura 48: Detalle B (corte transversal) cisterna para equipo de desinfección
Fuente: Robles, M. (2019)

Detalle de acero estructural de cisterna para equipo de desinfección:

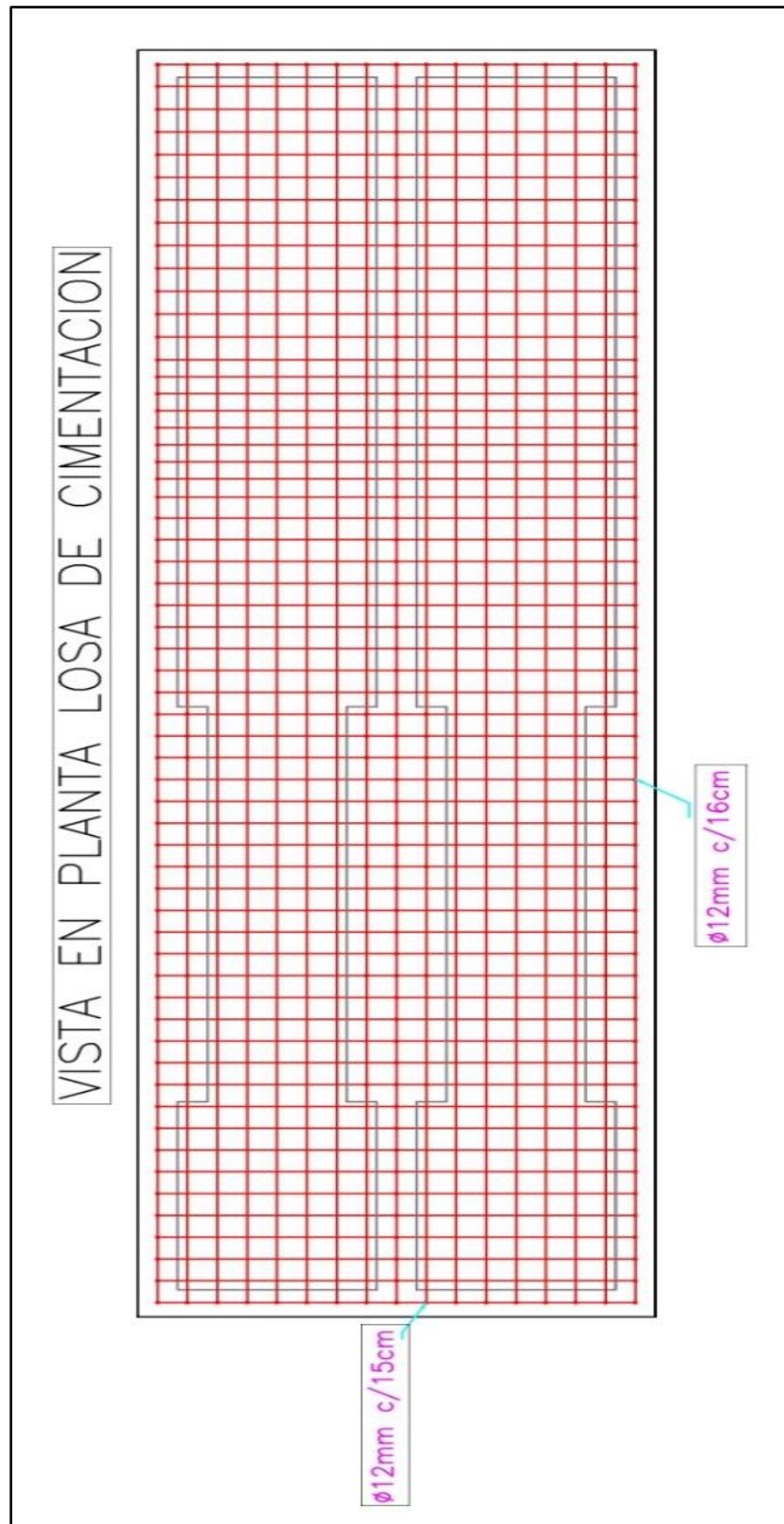


Figura 49: Detalle acero de estructural losa de cimentación
Fuente: Robles, M. (2019)

VISTA EN PLANTA LOSA DE CUBIERTA

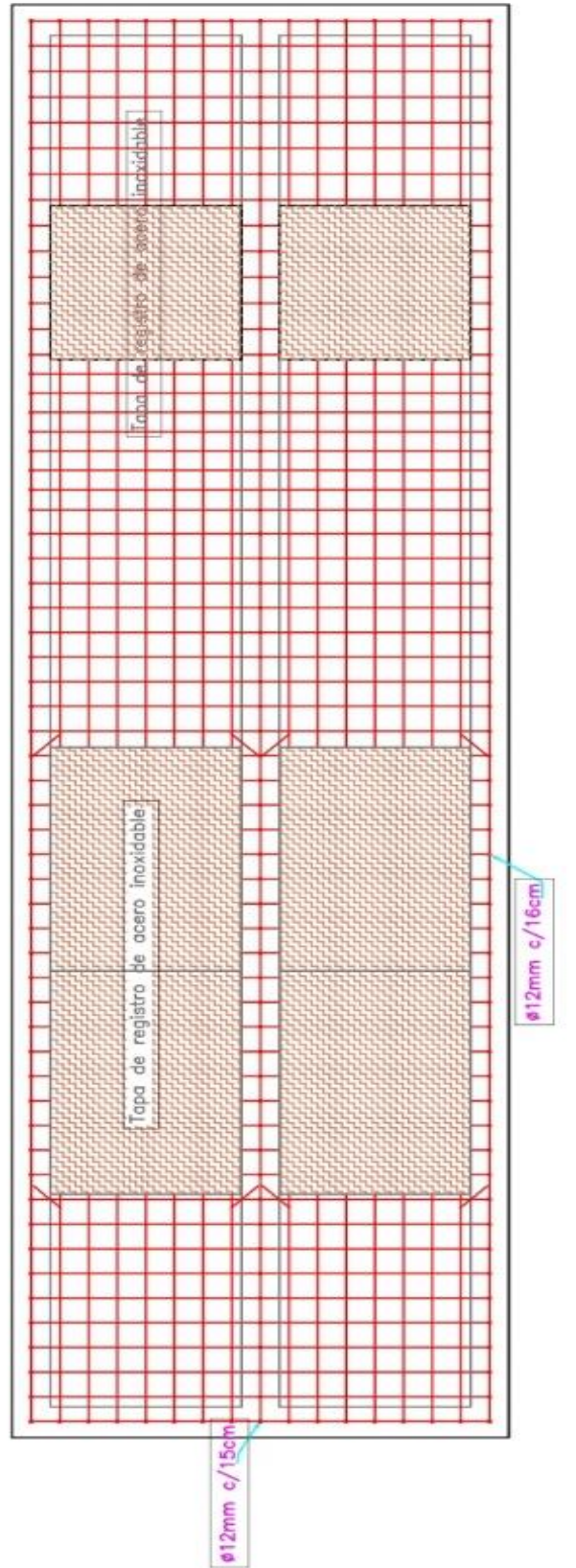


Figura 50: Detalle acero estructural losa de cubierta
Fuente: Robles, M. (2019)

4.4.5. Presupuesto referencial cisterna de desinfección ultravioleta

Tabla 48: Presupuesto referencial cisterna de desinfección UV

ÍTEMS	RUBROS	CANT.	U.	P.U.	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	BODEGA DE MATERIALES	12	m ²	25,43	305,16
1.2	TRAZADO Y REPLANTEO	30	m ²	1,12	33,6
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	CORTE Y PERFILADO DE ASFALTO	30	m	2	60
2.2	REMOCIÓN DE ASFALTO	3	m ³	3,47	10,41
2.3	EXCAVACIÓN Y DESALOJO A MAQUINA	120	m ³	7,6	912,00
2.4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO	24	m ³	10,78	258,72
2.5	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA 3 plg	30	m ²	12,37	371,1
3	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN				
3.1	HORMIGÓN SIMPLE PARA REPLANTILLO e=5cm f _c = 140 kg/cm ²	1,5	m ³	82,62	123,93
3.2	ACERO ESTRUCTURAL DE REFUERZO f _y = 4200 kg/cm ²	2200	kg	2,87	6314,00
3.3	ENCOFRADO DE MADERA	200	m ²	11,61	2322,00
3.4	HORMIGÓN ESTRUCTURAL LOSA DE CIMENTACIÓN e= 20cm f _c = 280 kg/cm ²	6	m ³	104,14	624,84
3.5	HORMIGÓN ESTRUCTURAL MURO DE PARED e= 20cm f _c = 280 kg/cm ²	16	m ³	104,14	1666,24
3.6	IMPERMEABILIZACIÓN CON PINTURA EPÓXICA	80	m ²	6,08	486,40
3.7	HORMIGÓN ESTRUCTURAL LOSA SUPERIOR e= 20cm f _c = 280 kg/cm ²	6	m ³	104,14	624,84
4	CARPINTERÍA METÁLICA				
4.1	TAPA DE REGISTRO DE ACERO INOXIDABLE 4 mm	4	unidad	90,59	362,36
4.2	ESCALERA METÁLICA DE ACERO INOXIDABLE PARA MANTENIMIENTO	2	unidad	368,84	737,68
5	SISTEMA ELÉCTRICO				
5.1	ACOMETIDA ALIMENTACIÓN TABLERO DE CONTROL	30	m	20,39	611,7
6	SISTEMA DE VENTILACIÓN				
6.1	REJILLA DE VENTILACIÓN	2	unidad	15,1	30,20
6.2	TUBERÍA DE VENTILACIÓN DE P.V.C. 75 mm	12	m	7,05	84,60
7	EQUIPO				
7.1	TROJAN UV SONUS, SISTEMA ULTRAVIOLETA	2	gbl	114425,00	228850
				TOTAL	244789,78

Fuente: Análisis de precios unitarios

Elaborado por: Robles, M. (2019)

CONCLUSIONES

Se analizaron los diferentes parámetros de los análisis de efluentes de la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul y se los contrastó con el Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) para descarga a un cuerpo de agua marina.

Se identificaron los parámetros que no cumplían con los límites permisibles para descarga a un cuerpo de agua marina del Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), y estos son: tensoactivos, sulfuros y coliformes fecales.

Se diseñó procesos adicionales para mitigar los efectos de los parámetros que no cumplen con la normativa vigente.

Durante el mes de junio del 2018 se identificó una concentración de tensoactivos de 0,8 mg/L, en el mes de julio de 0,9 mg/L, en el mes de agosto de 1,3 mg/L y en el mes de septiembre de 0,9 mg/L, teniendo como límite máximo expresado 0,5 mg/L, por lo cual se sugiere a las competencias químicas ambientales resolver estos inconvenientes.

Se obtuvieron concentraciones de sulfuros durante el mes de junio del 2018 de 2,15 mg/L y en el mes de septiembre de 1,57 mg/L teniendo en cuenta como límite máximo expresado 0,5 mg/L, por lo que se recomienda para su disminución implementar en el proceso primario o laguna de sedimentación un tratamiento con oxidación por aireación utilizando aireadores superficiales.

En el mes de mayo del 2018, se obtuvieron muestras de coliformes fecales de 1100000 NMP/100 mL, durante el mes de junio de 330000 NMP/100 mL, en el mes de julio de 11000 NMP/100 mL, en el mes de agosto de 350000 NMP/100 mL y en el mes de septiembre de 460000 NMP/100 mL, teniendo en cuenta como límite máximo expresado 2000 NMP/100 mL, por lo que se diseñó para eliminar estas bacterias que afectan al cuerpo receptor en este caso al estero, una cisterna de hormigón armado con las siguientes dimensiones: 9,30 m de largo, 2,60 m de ancho y 2,60 m de profundidad, esta cisterna tendrá en su interior un equipo de desinfección conformado por 2 sistemas de radiación con un total de 64 lámparas UV.

El equipo de desinfección se lo sugiere instalar entre el tratamiento secundario del proceso de operación de la planta y la descarga hacia el cuerpo receptor (estero).

La implementación de los procesos adicionales en la PTAR Pantanos Secos Artificiales de Puerto Azul es práctico y de gran utilidad ya que estos sistemas se lo pueden emplear en las distintas plantas de tratamiento de agua residual que operan en el país.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar estas soluciones para su posible implementación en la planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales ya que sería de mucha utilidad para que el agua tratada que es descargada hacia el estero sea de mejor calidad y cumpla con los límites permisibles para descarga a un cuerpo de agua marina del Anexo 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).

Se recomienda implementar esta solución en las diversas plantas que tratan agua residual y que tienen problemas con los mismos parámetros (sulfuros, tensoactivos y coliformes fecales) que no llegan a su límite de descarga establecido por normativa vigente.

Se recomienda que sean insertados los problemas que originan estos tres parámetros en el actual humedal en el manual de operación y mantenimiento de la empresa operadora de la planta.

GLOSARIO

Anóxicas: Regiones de agua marina, agua dulce o de aguas subterráneas en las que el oxígeno disuelto está agotado.

Canal Parshall: Sistema que se emplea en la medición de caudales de canales abiertos y de libre acceso en la entrada y salida del canal.

E: Entrada del agua residual.

E. coli: (Escherichia coli) Tipo de bacteria que vive en el intestino.

LCD: Liquid Cristal Display.

LMP: Limite maximo permisible.

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez.

Óxicas: Zonas de agua marina, agua dulce o de aguas subterráneas donde hay oxígeno disuelto.

PDC: Centro de Distribucion de potencia.

PSATM: Pantanos Secos Artificiales.

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

S1: Salida del agua residual.

UPS: Unidad práctica de salinidad que representa la cantidad de gramos de sales disueltas por kg de agua.

UV: Ultravioleta.


REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arocutipa J. (2013). *Evaluación Y Propuesta Técnica De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En Massiapo Del Distrito De Alto Inambari – Sandia*. Obtenido de Universidad Nacional Del Altiplano - Puno Facultad De Ingeniería Agrícola
- ASTAP. (2019). Sistema de desinfección ultravioleta.
- Cairns, H. B. (s.f.). *DESINFECCION DE AGUA POR MEDIO DE LUZ ULTRAVIOLETA*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/i/fulltext/symposium/ponen10.pdf>
- CARUS. (2019). *Aguas residuales*. Obtenido de <http://es.www.caruscorporation.com/water/wastewater/hydrogen-sulfide>
- Continente. (2015). *Las bacterias coliformes*. Obtenido de <http://www.fumigacontinente.com.ar/las-bacterias-coliformes/>
- Crespo, J. G. (25 de 04 de 2011). *Higiene y Alimentos, Coliformes*. Obtenido de <http://higieneialiments.blogspot.com/2011/04/coliformes.html>
- Emapag-EP. (2018). Análisis de efluentes. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Fluence. (2018). *Equipamiento de aireación*. Obtenido de <https://www.fluencecorp.com/es/aireadores/>
- Fonseca J. (2015). Evaluación técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales –. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- Hernandez A. (2001). Depuración y desinfección de aguas residuales; . En *Thomson learning paraninfo 5 Edición revisada y ampliada* (págs. 168-169.).
- Interagua. (2019). Planta de tratamiento de aguas servidas Pantanos Secos Artificiales. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- ISA. (2015). *Ingeniería y servicios ambientales*. Obtenido de www.isa.ec
- Muñoz, D. F. (2011). Manual de Tratamientos Biológicos de Aguas.
- OMS. (2017). *Aguas residuales*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/wastewater/es/
- OMS. (2017). *Saneamiento y aguas residuales*. Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/es/
- OMS. (s.f.). *El uso de aguas residuales*. Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/es/
- Orozco A., S. A. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales.

- Plusvalia. (s.f.). *PLUSVALIA*. Obtenido de <https://www.plusvalia.com/propiedades/vendo-terreno-de-oportunidad-en-urb-puerto-azul-53627613.html>
- Ramos, W. (2019). *COMPOSICION DEL AGUA RESIDUAL DOMESTICA*.
- Sánchez A. (2016). *Ecuador: 88% de las aguas residuales llega a los ríos*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101997377/noticia>
- TULSMA. (05 de SEPTIEMBRE de 2018). *Texto-Unificado-de-Legislacion-Secundaria-de-Medio-Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/Texto-Unificado-de-Legislacion-Secundaria-de-Medio-Ambiente.pdf>
- Zambrano, Morales, & Vinueza. (2014). *El marco legal y Ley de Aguas*. Quito. Obtenido de Foro de Recursos Hídricos, Hacia una Ley de Aguas transformables.

ANEXOS

ANEXO 1: Cotización de aireador superficial y sistema de desinfección ultravioleta.



www.proqualia.com
f @ proqualia
Guayaquil, 20 Agosto del 2019

PROFORMA COMERCIAL

Estimado Ing. Michael Robles

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FINANCIAMIENTO	P.UNITARIO
1	Sumergible 2 hp A1 marca Zuma	Contado	\$ 499,00
		Crédito	\$ 528,94

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	FINANCIAMIENTO	P.UNITARIO
1	Turbina 2 hp C1 marca Zuma	Contado	\$ 449,00
		Crédito	\$ 475,94

Por medio de la presente se adjunta lista de equipos solicitados.

Términos y condiciones:

Forma de pago:

- Crédito mínimo al 30% de entrada y financiamiento hasta 90 días con cheques posfechados.

Incluye:

- Transporte a partir de 5 aireadores dentro del Oro y Guayas, fuera de la localidad tiene un costo adicional por envíos.
- Instalación y capacitación en campo.

Eléctricos: Aceite Sae 140 aireadores eléctricos.
A Diésel: Cambio de banda del motor, marca GATES.
Observación: Los equipos a diésel no incluyen aceite ni refrigerante, se sugiere tener 2ltrs de Sae 90 (caja), 4 ltrs de Sae 40 (motor) y 6 ltrs Refrigerante (radio) por cada equipo.

Atentamente,

ING. DANNY MORÁN RIVADENEIRA,
Administrador, Sucursal Guayaquil
04 503 2619 - 0997035555



petróleo y gas
agua y saneamiento
energía
medio ambiente
industria
proyectos especiales

Atn: MICHAEL ANTONIO ROBLES ORTEGA

Ref: PTAR PANTANOS SECOS ARTIFICIALES

PROYECTO: SISTEMA DE DESINFECCIÓN UV

Preparado por Rómulo Montero
montero@astap.com

12 de febrero de 2019
ASTAP D-120219 REFERENCIAL



Naciones Unidas 1084 y Amazonas - Quito, Ecuador - +593-2-226-2154 - www.astap.com - astap@astap.com


Alcance y valor de la propuesta

El contenido de la propuesta es el siguiente:

Item	Un.	Descripción	Cant.	P. Unitario	P. Total
1	u	Troyan UV Sonus, sistema Ultra violeta. 500 m3/h, transferencia UV 65% mínimo, máximo TSS: 30mg/l (media de 30 días), Límite de desinfección <100 e-coli por ml y 10 e-coli por 100 ml basado en 80il de muestra, dosis 70.8 mJ/cm2, 0.86 factor de vida de lámpara (lámpara de amalgama, baja presión), 0.95 factor de ensuciamiento (sistema de limpieza mecánico). Marca Troyan UV Systems Origen: Canadá	2	\$114.000,00	\$228.000,00
12%					
Subtotal					\$228.000,00
IVA					\$27.360,00
Total					\$255.360,00

Términos comerciales

Plazo de entrega:	210 días a partir de la recepción de la orden de compra y pago del anticipo.
Forma de pago:	50% anticipo, 30% al momento de la entrega de los equipos en sus bodegas, 20% posterior a las pruebas de operación.
Procedencia:	Canadá
Términos de entrega:	Instalado en la planta de tratamiento.
Lugar de entrega:	Bodegas DEL CLIENTE.
Validez de oferta:	45 días.
Garantía:	Cubre defectos de fabricación y materiales: 12 meses a partir de la puesta en marcha o 18 meses a partir de la entrega de los equipos.
Alcance:	Los precios ofertados consideran la totalidad del suministro. En caso de cambios en las cantidades los precios serán revisados y podrían ser modificados. Esta oferta se rige por los Términos de Venta Generales de ASTAP Cía. Ltda., a menos que se lo especifique de alguna manera en esta propuesta.



Preparado por: Rómulo Montero

Gerente General

ANEXO 2: Análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ²
RUBRO: Bodega de materiales				RENDIMIENTO:	0,67
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,48
SUBTOTAL (M)					0,48
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
peón	3	3,58	10,74	0,67	7,20
carpintero	1	3,62	3,62	0,67	2,43
SUBTOTAL (N)					9,62
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
tablas	Unidad	1,25	3,5	4,375	
cuartones	Unidad	1	3	3	
tiras	Unidad	1	2	2	
zinc	Unidad	0,28	8	2,24	
clavos 2 plg	lb	0,2	2	0,4	
SUBTOTAL (O)					12,02
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
				22,12	
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%	
				3,32	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				25,43	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ²
RUBRO: Trazado y replanteo				RENDIMIENTO:	0,042
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,016
equipo topográfico	1	6,25	6,25	0,042	0,263
SUBTOTAL (M)					0,28
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
topógrafo	1	4,1	4,1	0,042	0,172
cadenero	1	3,62	3,62	0,042	0,152
SUBTOTAL (N)					0,32
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
piola	ml	0,04	3	0,1	
cal - cementina 25 kg	saco	0,1	2,5	0,25	
SUBTOTAL (O)					0,4
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15 %					0,15
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m
RUBRO: Corte y perfilado de asfalto				RENDIMIENTO:	0,25
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					
cortadora de asfalto(incluye operador)	1	6,96	6,96	0,25	1,74
SUBTOTAL (M)					1,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL (N)					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
		COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,74
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 15 %			0,26
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2,00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna con equipo de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ²
RUBRO: Remoción de asfalto				RENDIMIENTO:	0,067
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					
retroexcavadora	1	25	25	0,067	1,68
volqueta	1	20	20	0,067	1,34
SUBTOTAL (M)					3,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
		COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			3,02
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%			0,45
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3,47

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ³
RUBRO: Excavación y desalojo				RENDIMIENTO:	0,10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,09
retroexcavadora	1	25	25	0,1	2,50
volqueta	1	20	20	0,1	2,00
equipo topográfico	1	3,125	3,125	0,1	0,31
SUBTOTAL (M)					4,90
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
operador	1	4,1	4,1	0,1	0,410
topógrafo	1	4,1	4,1	0,1	0,410
cadenero	1	3,62	3,62	0,1	0,362
chofer	1	5,26	5,26	0,1	0,526
SUBTOTAL (N)					1,708
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,61
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,99
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,60

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna con equipo de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ³
RUBRO: Relleno compactado con material de mejoramiento				RENDIMIENTO:	0,025
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,026
rodillo doble tambor	1	5	5	0,025	0,125
retroexcavadora	1	25	25	0,025	0,625
equipo topográfico	1	3,125	3,125	0,025	0,078
SUBTOTAL (M)					0,85
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro	0,5	4,01	2,005	0,025	0,050
peón	2	3,58	7,16	0,025	0,179
operador	1	4,01	4,01	0,025	0,100
Topógrafo	1	4,1	4,1	0,025	0,103
cadenero	1	3,62	3,62	0,025	0,091
SUBTOTAL (O)					0,52
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
cascajo	m ³	1	8	8	
SUBTOTAL (O)					8
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9,377
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,406
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,78

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ²
RUBRO: Reposición de carpeta asfáltica				RENDIMIENTO:	0,033
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,04
finisher	1	50	50	0,033	1,65
rodillo liso	1	30	30	0,033	0,99
rodillo neumático	1	30	30	0,033	0,99
SUBTOTAL (M)					3,67
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
peón	4	3,58	14,32	0,033	0,47
maestro de obra	1	4,01	4,01	0,033	0,13
operadores equipo pesado	2	4,01	8,02	0,033	0,26
SUBTOTAL (M)					0,87
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
diésel	ghn	2	1,03	2,06	
asfalto	kg	10,92	0,38	4,15	
SUBTOTAL (O)					6,21
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,75
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,61
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,37

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ³
RUBRO: Replanteo f'c= 140 kg/cm ²				RENDIMIENTO:	0,24
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,48
concretera	1	3,5	3,5	0,24	0,84
SUBTOTAL (M)					1,32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro de obra	1	4,01	4,01	0,24	0,96
peón	8	3,58	28,64	0,24	6,87
albañil	2	3,62	7,24	0,24	1,74
SUBTOTAL (N)					9,57
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
cemento portland Tipo 1 (50 kg)	saco	6	7,5	45	
arena	m ³	0,715	10	7,15	
piedra	m ³	0,715	12	8,58	
agua	lt	0,22	1	0,22	
SUBTOTAL (O)					60,95
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
		COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			71,84
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 15 %			10,78
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			82,62

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	kg
RUBRO: Acero estructural de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				RENDIMIENTO:	0,15
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,062
cortadora de acero	1	2	2	0,15	0,3
SUBTOTAL (M)					0,362
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro de obra	0,25	4,01	1,00	0,15	0,15
peón	1	3,58	3,58	0,15	0,54
ferrero	1	3,62	3,62	0,15	0,54
SUBTOTAL (N)					1,23
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
hierro 4200 kg/cm^2	kg	1,05	0,8	0,84	
alambre	kg	0,06	1	0,06	
SUBTOTAL (O)					0,9
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,49
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,37
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,87

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ²
RUBRO: Encofrado de madera				RENDIMIENTO:	0,15
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,06
sierra	1	2	2	0,15	0,3
SUBTOTAL (M)					0,36
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro de obra	0,25	4,01	1,00	0,15	0,15
peón	1	3,58	3,58	0,15	0,54
carpintero	1	3,62	3,62	0,15	0,54
SUBTOTAL (N)					1,23
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
tabla	UNIDAD	1,25	5	6,25	
cuartón	UNIDAD	0,75	3	2,25	
SUBTOTAL (O)					8,5
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,09
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,51
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,61

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna con equipo de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ³
RUBRO: Hormigón estructural f'c= 280 kg/cm ²				RENDIMIENTO:	0,25
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,50
concretera	1	3,5	3,5	0,25	0,88
SUBTOTAL (M)					1,37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro de obra	1	4,01	4,01	0,25	1,00
peón	8	3,58	28,64	0,25	7,16
albañil	2	3,62	7,24	0,25	1,81
SUBTOTAL (N)					9,97
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
cemento portland Tipo 1 (50 kg)	saco	8	8	64	
arena	m ³	0,67	10	6,7	
piedra	m ³	0,69	12	8,28	
agua	lt	0,18	1,3	0,23	
SUBTOTAL (O)					79,21
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				90,56	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				13,58	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				104,14	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna con equipo de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m ²
RUBRO: Impermeabilización con pintura epóxica				RENDIMIENTO:	0,16
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,06072
extractor de aire	1	6,25	6,25	0,16	1
compresor	1	6,25	6,25	0,16	1
SUBTOTAL (M)					2,06072
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
pintor	1	4,01	4,01	0,16	0,64
peón	1	3,58	3,58	0,16	0,57
SUBTOTAL (N)					1,21
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
pintura epóxica	gln	0,065	31	2,02	
SUBTOTAL (O)					2,02
0					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,29
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,79
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,08

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	unidad
RUBRO: Tapa de registro de acero inoxidable				RENDIMIENTO:	1
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,56
SUBTOTAL (M)					0,56
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro de obra	1	4,01	4,01	1	4,01
ayudante de cerrajería	1	3,58	3,58	1	3,58
maestro soldador	1	3,62	3,62	1	3,62
					11,21
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tapa de registro de acero inoxidable	unidad	1	67	67	
SUBTOTAL (O)					67
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					78,77
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					11,82
COSTO TOTAL DEL RUBRO					90,59

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna con equipo de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	unidad
RUBRO: Escalera metálica de acero inoxidable para mantenimiento				RENDIMIENTO:	1
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,56
soldadora	1	3	3	1	3
SUBTOTAL (M)					3,56
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
soldador	1	4,01	4,01	1	4,01
peón	2	3,58	7,16	1	7,16
					11,17
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Escalera metálica	unidad	1	306	306	
SUBTOTAL (O)					306
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					320,73
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					48,11
COSTO TOTAL DEL RUBRO					368,84

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m
RUBRO: Acometida alimentación de tablero de control				RENDIMIENTO:	1
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,56
					0
					0
SUBTOTAL (M)					0,56
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
maestro electricista	1	4,01	4,01	1	4,01
peón	2	3,58	7,16	1	7,16
SUBTOTAL (N)					11,17
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
acometida eléctrica	unidad	1	6	6	
SUBTOTAL (O)					6
					0
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17,73
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					2,66
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20,39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	unidad
RUBRO: Rejilla de ventilación				RENDIMIENTO:	0,15
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,054
SUBTOTAL (M)					0,054
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
plomero	1	3,62	3,62	0,15	0,543
peón	1	3,58	3,58	0,15	0,537
SUBTOTAL (N)					1,08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
rejilla de ventilación 75 mm	unidad	1	12	12	
SUBTOTAL (O)					12
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					1,97
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	m
RUBRO: Tubería de ventilación PVC 75 mm + accesorios				RENDIMIENTO:	0,15
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0,054
SUBTOTAL (M)					0,054
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
plomero	1	3,62	3,62	0,15	0,543
peón	1	3,58	3,58	0,15	0,537
SUBTOTAL (N)					1,08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tubería de ventilación PVC 75 mm + accesorios	m	1	5	5	
SUBTOTAL (O)					5
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%					0,92
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,05

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Cisterna con equipo de desinfección ultravioleta				UNIDAD:	GBL
RUBRO: Trojan UV Sonus sistema ultravioleta				RENDIMIENTO:	1
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					
SUBTOTAL (M)					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL (N)					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Trojan UV Sonus sistema ultravioleta	gbl	1	99500	99500	
SUBTOTAL (O)				99500	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				99500,00	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%				14925,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				114425,00	



Informe para el CLIENTE REGULADOR (SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS)

DIRECCION SUGERIDA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Ascargas de Plantas Operadas por Interagua (SEPTICOS, LAGUNAS Y EB)

CONDICIONES TECNICAS DE AS-CARGAS DE PLANTAS OPERADAS POR INTERAGUA (SEPTICOS, LAGUNAS Y EB) LCONTARRILLADO

Table with columns for various water quality parameters (e.g., pH, Conductividad, Sólidos Totales) and their corresponding values for different stations and dates. Includes a 'Límite máximo permisible*' column.

Table with columns for various water quality parameters (e.g., pH, Conductividad, Sólidos Totales) and their corresponding values for different stations and dates. Includes a 'Límite máximo permisible*' column.

NOTAS:
1. Límite de descarga en el cuerpo de agua...
2. No se toman muestras de flujo...
3. En la bacteria que descarga el agua...
4. En la bacteria que descarga el agua...
5. En la bacteria que descarga el agua...

CONDICIONES TECNICAS DE AS-CARGAS DE PLANTAS OPERADAS POR INTERAGUA (SEPTICOS, LAGUNAS Y EB) LCONTARRILLADO
CONDICIONES TECNICAS DE AS-CARGAS DE PLANTAS OPERADAS POR INTERAGUA (SEPTICOS, LAGUNAS Y EB) LCONTARRILLADO

