

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF)

ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo).

INGE-2550

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Melany Monserrath Mendoza Castillo

Melanie Nicolle Suárez Solórzano

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso. En primer lugar, agradezco a Dios por darme perseverancia en esta etapa. Agradezco a mi tutora MS.c. Bethy Merchán, por su ejemplar guía y formación profesional, su conocimiento y dedicación han sido esenciales para el desarrollo de este proyecto. A mi familia, gracias por su amor y paciencia, a mis padres por su apoyo incondicional, han sido motivación y fortaleza. A mi compañera Melanie, por todo lo que hemos aprendido juntas en estos años.

Melany Monserrath Mendoza Castillo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por permitirme culminar esta etapa de mi vida. A mi familia, en especial a mi madre Sarita Solórzano Rolleri por su incondicional apoyo. A mi tutora MS.c Bethy Merchán, quién nos ha brindado sus vastos conocimientos durante este proceso. A mi compañera de tesis Melany por todo lo que hemos aprendido en estos años. De igual manera agradezco a todas las personas que contribuyeron en mi formación personal, profesional y académica.

Melanie Nicolle Suárez Solórzano.

Declaración Expresa

Nosotros Melany Monserrath Mendoza Castillo, Melanie Nicolle Suárez Solórzano acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 21 de mayo del 2024.



Melany Monserrath Mendoza Castillo



Melanie Nicolle Suárez Solórzano

Evaluadores

Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF)
ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo).



Firmado electrónicamente por:
**LENIN ALEXANDER
DENDER AGUILAR**

MSc. Lenin Dender

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:
**BETHY GUILLERMINA
MERCHAN SANMARTÍN**

MSc. Bethy Merchán

Tutor de proyecto

RESUMEN

Las aguas residuales son generadas posterior al consumo del agua potable; se contaminan según la actividad realizada. En el sector de Admisiones ESPOL existe una planta depuradora de aguas residuales (PDAR) que recibe el aporte de una población de 3191 personas, funciona por flotación por aire disuelto (DAF). Esta planta opera de forma deficiente, el sistema DAF lo activan de forma manual, las bombas de traslado de lodos y sumergibles están inoperativas, el agua depurada supera los límites permisibles de la normativa. Es fundamental que se realice una adecuada disposición final del agua residual para que no se perjudique el ambiente circundante a la PDAR. El agua depurada podría ser reutilizada para irrigación de áreas verdes lo que conlleva a un ahorro económico de la institución. Por lo que el objetivo de este proyecto es rediseñar los operaciones y procesos unitarios para optimizar la PDAR. La caracterización del agua depurada indica que supera los Límites Máximos Permisibles (LMP) detallados en el TULSMA ($SST=144\text{mg/L}>130\text{mg/L}$; $DQO=298\text{mg/L}>100\text{mg/L}$; $DBO_5=105\text{mg/L}>50\text{mg/L}$). De acuerdo con los resultados se determinó que el afluente requiere una depuración de tipo biológica, por lo tanto, se rediseñó el tanque de aireación con un sistema de aireación extendida con 17 difusores de burbuja fina automatizado mediante un sensor de oxígeno disuelto que enciende las bombas y compresores solo si es requerido, este sistema permite disminuir carga contaminante de la DBO_5 a 20 mg/L, DQO a 80 mg/L y SST a 80 mg/L, cumpliendo con los límites de la norma.

Palabras Clave: Carga contaminante, depuración, sostenibilidad, optimización.

ABSTRACT

Wastewater is generated after water consumption; it is contaminated depending on the activity carried out. In the ESPOL Admissions sector there is a wastewater treatment plant (WWTP) that receives a population of 3,193 people, it works by dissolved air flotation (DAF). This plant operates poorly, the DAF system is activated manually, the sludge transfer pumps and submersibles are inoperative, the purified water exceeds the permissible contaminant load limits. It is essential that an adequate final disposal of the wastewater is carried out so that the environment surrounding the WWTP is not harmed. The purified water could be reused for irrigation of green areas, which leads to economic savings for the institution. Therefore, the objective of this project is to redesign unit operations and processes to optimize the PDAR. The characterization of the purified water resulted in the contaminant load exceeding the Maximum Permissible Limits (MPL) detailed in the TULSMA (TSS=144mg/L>130mg/L; COD=298mg/L>100mg/L; BOD₅=105mg/L >50mg/L). Based on the results, it was determined that the effluent requires biological treatment,; therefore, the aeration tank was redesigned with an extended aeration system with 17 fine bubble diffusers automated by a dissolved oxygen sensor that turns on the pumps and compressors only if required, This system reduces the pollutant load of BOD₅ to 20 mg/L, COD to 80 mg/L and TSS to 80 mg/L, complying with the standard limits.

Keywords: *Polluting load, purification, sustainability, optimization.*

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VIII
Simbología.....	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XII
Capítulo 1.....	1
Introducción.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8

2.1	Revisión de literatura	8
2.1.1	El agua	8
2.1.2	Las Aguas Residuales (AR)	8
2.1.3	Depuración de aguas residuales	9
2.1.4	Tipos de depuración	9
2.1.5	Disposición de lodos	10
2.1.6	Disposición del efluente	11
2.1.7	Biodegradabilidad del agua	11
2.1.8	Metodología de trabajo aplicada en este proyecto	12
2.1.9	Economía circular en el agua	14
2.2	Área de estudio	14
2.2.1	Temperatura y precipitación	22
2.3	Trabajos de campo y laboratorio	22
2.3.1	Toma de muestras	22
2.3.2	Trabajo de laboratorio	25
2.3.3	Medición de caudales	26
2.3.4	Levantamiento de infraestructura	27
2.4	Análisis de datos	28
2.4.1	Periodo de diseño	28
2.4.2	Población	28

2.4.3	Caudales	31
2.4.4	Caracterización del agua residual	32
2.4.5	Ensayo sobrenadante.....	35
2.4.6	Planos As built	37
2.5	Análisis de alternativas	37
2.6	Cronograma de actividades.....	42
2.7	Evaluación de diagnóstico	43
Capítulo 3.....		46
DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES		47
3.1	Diseños.....	47
3.1.1	Pretratamiento preliminar	49
3.1.2	Diseño de la depuración secundaria (Proceso biológico con Lodos Activados mediante Aireación Prolongada).....	49
3.1.3	Diseño clarificador	63
3.1.4	Rediseño lecho de secado	65
3.2	Especificaciones Técnicas	67
Capítulo 4.....		69
ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL		70
4.1	Descripción del proyecto (máximo de 300 palabras)	70
4.2	Línea base ambiental.....	71

4.2.1	Medio biofísico	72
4.2.2	Medio socioeconómico	75
4.3	Actividades del proyecto.....	75
4.4	Identificación de impactos ambientales	76
4.4.1	Construcción	76
4.4.2	Operación y Mantenimiento	78
4.5	Valoración de impactos ambientales	80
4.6	Medidas de prevención/mitigación	86
4.6.1	Construcción	86
4.6.2	Operación y mantenimiento	87
4.6.3	Presupuesto referencial	88
4.6.4	Conclusiones	89
4.6.5	Recomendaciones	89
Capítulo 5.....		90
PRESUPUESTO		91
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	91
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)	93
5.3	Descripción de cantidades de obra.....	94
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	96
5.5	Cronograma de obra.....	97

Capítulo 6.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
6.1 Conclusiones (máximo 750 palabras).....	99
6.2 Recomendaciones (máximo 750 palabras)	101
Referencias.....	103
PLANOS Y ANEXOS	110
PLANOS AS BUILT DE LA PDAR.....	111
ANEXO A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	115
ANEXO B: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y EL PRESUPUESTO	
REFERENCIAL DE LA OBRA.....	143
ANEXO C: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA	
DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (PDAR) EN ADMISIONES ESPOL	
(CAMPUS GUSTAVO GALINDO)	170
ANEXO D: PLANOS DEL LA PDAR DE ADMISIONES ESPOL	198

ABREVIATURAS

AD	Agua Depurada
AME	Asociación de Municipios del Ecuador
AR	Aguas Residuales
ARD	Aguas Residuales Domésticas
BdEE	Banco del Estado de Ecuador
CEC	Centro de Educación Continua
CISE	Centro de Investigación y Servicios Educativos
DAF	Flotación por Aire Disuelto
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GADM	Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales
GIF	Gerencia de Infraestructura Física
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
ISA	Ingeniería y Servicios Ambientales
LMP	Límites Máximos Permisible
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
O&M	Operación y Mantenimiento
PDAR	Planta Depuradora de Aguas Residuales
TdR	Términos de Referencia
TULSMA	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del

Ambiente

SIMBOLOGÍA

DQO	Demanda Química de Oxígeno
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días
L	Litros
L/s	Litros por segundos
m	Metro
ml	mililitro
mg/L	miligramos por litro
OD	Oxígeno disuelto
SD	Sólidos Sedimentables
SDT	Sólidos Disueltos totales
SST	Sólidos Suspendidos Totales
SSF	Sólidos Suspendidos Fijos
SSV	Sólidos Suspendidos Volátiles
ST	Sólidos Totales
uS/cm	microsiemens por centímetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico del proyecto.....	13
Figura 2. Ubicación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales.....	15
Figura 3. Partes del Pretratamiento de la PDAR.....	17
Figura 4. Partes de la Depuración Secundaria	17
Figura 5. Partes del Clarificador	18
Figura 6. Partes internas del sistema.....	18
Figura 7. Partes internas del tanque DAF	19
Figura 8. Partes en la zona frontal del sistema DAF.....	19
Figura 9. Partes en la zona posterior del tanque DAF	20
Figura 10. Tanques para floculación y coagulación	20
Figura 11. Partes de la disposición final de lodos.....	21
Figura 12. Partes del sistema de riego	21
Figura 13. Punto de toma de muestra de ingreso (PE).....	23
Figura 14. Punto de toma de muestra de salida (PS).	23
Figura 15. Toma de muestra en ingreso (PE)	24
Figura 16. Toma de muestra en salida (PS)	24
Figura 17. Toma de muestra en salida (PS)	25
Figura 18. Sólidos sedimentables (SS)	26
Figura 19. Medición de caudal día 2, (PE)	27
Figura 20. Variación de caudales instantáneos	32

Figura 21. Ensayo de sólidos sedimentables del primer muestreo	35
Figura 22. Sólidos sedimentables después de 120 minutos	36
Figura 23. Medición de parámetros del sobrenadante	36
Figura 24. Cronograma de actividades del proyecto	42
Figura 25. Diagrama de operaciones y procesos unitarios de la PDAR de Admisiones ESPOL	48
Figura 26. Vista en planta del tanque de aireación y distribución de difusores.....	59
Figura 27. Corte del tanque de aireación	59
Figura 28. Mapa de ubicación.....	70
Figura 29. Mapa de ubicación que indica las zonas protegidas	71
Figura 30. Mapa de zonificación geotécnica	73
Figura 31. Estructura Desglosada de Trabajo para el rediseño de la PDAR de Admisiones ESPOL	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población aportante a la planta de Admisiones	15
Tabla 2. Variación de temperatura, precipitación y humedad de Guayaquil.....	22
Tabla 3. Parámetros y ensayos de laboratorio	25
Tabla 4. Crecimiento poblacional de estudiantes del Duale Schule	29
Tabla 5. Crecimiento poblacional estudiantes de Admisiones ESPOL.....	30
Tabla 6. Población administrativa de Admisiones ESPOL	31
Tabla 7. Resultados de los parámetros de campo	33
Tabla 8. Caracterización del agua residual	34
Tabla 9. Biodegradabilidad del agua de la PDAR de Admisiones ESPOL.....	35
Tabla 10. Parámetros y caracterización del agua depurada y sobrenadante de la PDAR	37
Tabla 11. Valoración de alternativas propuestas	40
Tabla 12. Dimensiones actuales del tanque de aireación, clarificador y lecho de secado.....	43
Tabla 13. Comparativa entre las relaciones de dimensiones actuales de la planta y las relaciones mínima (INEN, 1992b).....	44
Tabla 14. Listado de equipos y sus características	45
Tabla 15. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	49
Tabla 16. Resultados de concentraciones iniciales y cargas de diseño.....	51
Tabla 17. Caudales de diseño de la PDAR de Admisiones ESPOL	51
Tabla 18. Parámetros de diseño para tanques de aireación.....	52

Tabla 19. Valores características en procesos de lodos activados	52
Tabla 20. Dimensiones propuestas para el tanque de aireación.....	53
Tabla 21. Relaciones del tanque aireación propuesto	53
Tabla 22. Valores de a' y b' en función de la carga másica	55
Tabla 23. Porcentajes de eficiencia de remoción de contaminantes	62
Tabla 24. Población Futura PDAR Admisiones	75
Tabla 25. Actividades susceptibles a causar impactos ambientales	76
Tabla 26. Gases generados en la descomposición de lodos.....	79
Tabla 27. Ponderación de pesos para la evaluación de acciones	82
Tabla 28. Escala de valoración cualitativa.....	83
Tabla 29. Matriz de Leopold de impactos ambientales de la PDAR.....	84
Tabla 30. Valoración final- Fase constructiva, operación y mantenimiento	85
Tabla 31. Presupuesto referencial (Plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental).....	88
Tabla 32. Cantidades de rubros a ejecutarse	95
Tabla 33. Costo de Operación y Mantenimiento de la PDAR.....	97
Tabla 34. Costos de Construcción, operación y mantenimiento de PDAR	101

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El agua es el recurso de mayor importancia del planeta tierra. Tiene un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico, energético, alimenticio y en la supervivencia de los seres vivos (López Alaña & Zambrano Figueroa, 2021). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente el 50% de la población mundial será afectado por la contaminación del agua debido a una demanda irracional del recurso hídrico, una gestión deficiente, y los escasos sistemas de saneamiento (Organización Mundial de la Salud, 2016).

De manera específica, las aguas residuales domésticas hacen referencias a aquellas utilizadas en las viviendas, generadas por las personas y sus actividades, consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones sanitarias de la edificación, y también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares (Osorio-Rivera et al., 2021).

De acuerdo con el trabajo coordinado entre Agencia de regulación y control del Agua, la Asociación de Municipios del Ecuador (AME), el Banco del Estado de Ecuador (BdEE), y el INEC, en el año 2021, el 22,6% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) no cuenta con una planta depuradora de aguas residuales; de esta cifra, el 52,8% del agua residual no depurada se deposita directamente en los ríos, el 32,9% en quebrada, y el resto (14,3%) va para “otros” (INEC, 2021).

Las aguas residuales no pueden desecharse directamente a cuerpos hídricos (ríos, lagos, mares, etc.) y mucho menos infiltrarse en el suelo y subsuelo (TULSMA, 2015); por

esta razón, la depuración de aguas residuales no es una opción, sino una obligación, para el beneficio del ambiente (Chavez-Vera, 2017). Los sistemas depuradores están conformados por operaciones y procesos unitarios, mediante las cuales se pretende separar el contaminante del agua (Delgadillo Zurita & Condori Carrasco, 2010).

Con la aplicación de sistemas depuradores, ya sean físicos, químicos o biológicos, se minimiza o elimina por completo los contaminantes presentes en los vertidos (Raffo Lecca & Ruiz Lizama, 2014). Existen numerosos procesos de depuración de aguas residuales, como el método de Flotación por Aire Disuelto (DAF), es una tecnología muy eficaz en la actualidad y de fácil aplicación para eliminación de los contaminantes presentes en las aguas residuales (Chavez-Vera, 2017)

Cuando se tienen sistemas instalados que no operan al 100% de su capacidad, o no son adecuados para el tipo de agua residual, se deben implementar medidas de gestión para su optimización y/o repotenciación. Sin embargo, para que ellas sean exitosas, es necesario contar con la voluntad de cambiar y mejorar la infraestructura, así como adecuar las instalaciones a la naturaleza de los efluentes a depurar y capacitar el recurso humano para las tareas de operación y mantenimiento (O&M) de las plantas (Corona Lisboa, 2011).

1.2 Descripción del Problema

En ESPOL, en el sector de admisiones, se ubica una planta depuradora de aguas residuales, que consiste en un sistema de flotación con aire disuelto (DAF). Adicionalmente también funciona el Centro de Investigaciones y Servicios Educativos (CISE), el Centro de educación Continua (CEC) y el colegio Duale Schule.

De acuerdo con la información verbal suministrada por el equipo técnico de la gerencia de infraestructura física GIF, la planta lleva un largo tiempo en mantenimiento,

alrededor de dos años estuvo con sus equipos en mal estado. De forma paralela, en la búsqueda de la información realizada por las suscritas, no se encontraron registros anteriores de mantenimiento a la planta, salvo los que “se registran” con el actual operador.

Resulta que a pesar de que existe un contrato de operación y mantenimiento para la planta, este no solo no se efectúa, sino que se desconoce exactamente quien en la ESPOL hace seguimiento (se realizó una investigación) y control de los trabajos que efectúa el contratista. Esto significa que la ESPOL está permitiendo que se haga una inadecuada descarga de aguas residuales, ya que el agua depurada se descarga a una cámara cuya descarga final hasta la fecha es desconocida, y podría ser que se esté infiltrando en el bosque protector.

Adicionalmente, en los términos de referencia (TdR, 2024) para la contratación de la operación y mantenimiento de la planta, se indica que el sistema fue diseñado para que el agua depurada sea reutilizada en el riego; por tanto, se registró una bomba multietapa cuyo uso era abastecer el sistema de riego. De acuerdo con la información del operador actual (ISA), la bomba fue reparada, sin embargo, “no fue posible accionarla porque actualmente la tubería que suministra al sistema de riego fue cortada”. Como parte de ese sistema existen dos tanques de almacenamiento de 2500 litros, que tampoco tienen una utilidad. Se está desaprovechando el recurso del agua, cuando se podría aplicar la economía circular e incluso sería un ahorro económico a favor de la institución.

Actualmente los equipos están operativos, exceptuando las bombas del sistema de aireación que se rebobinaron y deben ser reinstaladas, y las bombas neumáticas empleadas para el traslado de lodos. Adicionalmente, no se encontró una memoria de diseño de la planta, por lo que no se sabe con exactitud desde que fecha inició sus operaciones y si en algún punto

la planta funcionó de forma eficiente. A su vez el manejo operativo de la planta, en específico el tiempo de operación, no tiene un orden ni control, el proceso se realiza de forma manual.

1.3 Justificación del Problema

La planta requiere de una optimización en su sistema para que funcione de forma eficiente y sostenible. Es imperativo analizar la forma en que opera la planta y constatar cuáles equipos son necesarios para su funcionamiento, descartar aquellos que no aportarían al proceso, o su vez implementar otro sistema para un proceso eficaz. Además, se debe analizar el agua de entrada y de salida con el fin de evaluar la cantidad de carga contaminante que posee. El agua que se expulse de la planta debe estar dentro de los parámetros permisibles regidos por la normativa vigente, en Ecuador se considera lo descrito en el texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

La importancia de solucionar la calidad del agua depurada radica en las afectaciones al ambiente, y a las personas que habitan en el mismo. Descargar un efluente que supere la carga contaminante permisible al ambiente desencadena un problema sanitario en función del grado de contaminación y exposición. Resultando en la posible afectación y propagación de enfermedades en las especies que pertenecen al bosque protector, así como la proliferación de bacterias y virus. Por lo que, el riesgo ambiental y de salud pública podría ser considerable.

Por otro lado, al realizar una depuración eficaz del agua podría ser utilizada para irrigación de áreas verdes, haciendo un uso sostenible de la misma al reutilizarla, lo que a su vez implica un ahorro económico de ESPOL, ya que se emplea agua potable para el riego de dichas áreas.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Rediseñar la planta depuradora de flotación por aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL mediante la aplicación de criterios técnicos y de sostenibilidad para la optimización de los procesos y operaciones unitarias.

1.4.2 *Objetivos específicos*

1. Analizar la eficiencia del sistema DAF a través de la recopilación y análisis de información existente, junto con la evaluación de ensayos de laboratorio y medición de caudales, para la evaluación de la carga contaminante y la eficiencia de las operaciones y procesos unitarios.
2. Rediseñar el sistema depurador a través de la reestructuración de las operaciones y procesos unitarios para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: 3, 6, 11 y 15.
3. Realizar el análisis ambiental, los planos y presupuesto referencial mediante criterios de ingeniería que permitan la ejecución del proyecto.
4. Desarrollar un plan de operación y mantenimiento, mediante el análisis de las operaciones y procesos unitarios en conjunto con su repotenciación, para un uso eficiente y duradero de la planta.

Capítulo 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 *El agua*

La disponibilidad de agua dulce per cápita ha disminuido a nivel mundial por un uso cada vez mayor (Elenes et al., 2023). El agua no puede ser “fabricada” por materiales reciclados, ya que el agua es una materia prima en sí misma (Nika et al., 2020). La disponibilidad de agua dulce está cada vez más reducida por la creciente demanda del recurso hídrico, pues se hace uso de este a una tasa mayor de la que se puede regenerar gracias al ciclo hidrológico, además de que se contamina a una intensidad superior a la que el medio lo puede asimilar (Elenes et al., 2023).

La contaminación del agua utilizada en el mundo y la falta de plantas de depuración altamente eficientes plantean problemas potenciales para la salud pública y el medio ambiente, por lo que los países buscan métodos confiables, inocuos y eficaces en función de los costos, para depurar las aguas residuales (González-Fragozo et al., 2020^a). La disponibilidad de agua potable segura y de un saneamiento adecuado constituye un factor esencial para la vida en las zonas urbanas (Elenes et al., 2023).

2.1.2 *Las Aguas Residuales (AR)*

Las AR provienen del sistema de abastecimiento de una población, por esta razón son líquidos de composición variada que pueden clasificarse según su origen en aguas residuales domésticas (ARD), industriales, de infiltración y pluviales. Las dos primeras son las más

relacionadas con la contaminación del agua (Metcalf & Eddy, 2003). El manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas puede impactar negativamente en el medio ambiente, de ahí la importancia de una buena gestión y depuración de esta (Bejarano & Escobar, 2022).

2.1.3 Depuración de aguas residuales

Es crucial planificar una infraestructura de alcantarillado adecuada y de bajo costo que pueda mejorar la calidad de vida en las zonas rurales y urbanas (Lokhande & Kalbar, 2024). Las aguas residuales urbanas se manejan principalmente mediante su recolección, pasando por un procesamiento centralizado en instalaciones de depuración de aguas residuales y utilizando microbios para descomponer los contaminantes y los residuos orgánicos en las aguas residuales para purificar el agua (Dui et al., 2024).

El objeto principal en los procesos de depuración de aguas residuales que consiste en la remoción de contaminantes (Mera et al., 2022). Durante el proceso de depuración de las aguas residuales generadas existen dos factores para tener en cuenta a la hora de llevar a cabo la depuración. Estos son, los componentes de dichas aguas y el orden de eliminación de estos durante el proceso (Ancalle Espeza & Ledesma Giraldez, 2020). Métodos de depuración de contaminantes del agua

2.1.4 Tipos de depuración

2.1.4.1 Pretratamiento. El primer paso de depuración de aguas residuales es de carácter físico, y busca la reducción de los sólidos en suspensión, además de preparar los líquidos para los procesos posteriores (Capelo Segovia, 2022). El pretratamiento tiene dos fases que se encargan de la remoción de sólidos de gran tamaño por medio de rejillas y

filtros, extraer estos sólidos permite asegurar que las tuberías no se taponen y que elementos más grandes pueden dañar algunos de los equipos de descontaminación (Barrera Peña, 2021).

2.1.4.2 Depuración primaria. Su objetivo es la remoción por medios físicos o mecánicos de la mayor parte posible del material sedimentable, entre la cual encontramos una importante carga orgánica (Mulford López, 2023^a). Típicamente esta fase elimina aproximadamente el 60% de los sólidos suspendidos y el 35% de la DBO₅, si se consideró un pretratamiento (Callata Barrantes, 2021).

2.1.4.3 Depuración secundaria. Principalmente se centra en procesos biológicos para reducir o convertir la materia orgánica disuelta en sólidos sedimentables que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación (Mulford López, 2023b). Se plantea básicamente para eliminar la DBO₅ y los sólidos suspendidos, por lo tanto, incluyen lodos activados, biofiltros o filtros rociadores y procesos de sedimentación (Callata Barrantes, 2021).

2.1.4.4 Depuración terciaria. En esta etapa se debe eliminar cada uno de los minerales peligrosos y nocivos para la salud de los seres vivos y de la tierra. Entre estos minerales con mayor presencia tenemos virus, nitrógeno, compuestos orgánicos, fósforo, entre otros. Este proceso es el de mayor importancia en aguas residuales industriales, ya que estas tienen un grado de contaminación bastante alto y notable (Capelo Segovia, 2022).

2.1.5 Disposición de lodos

La gestión de lodos es uno de los problemas ambientales más complejos y preocupantes asociados a la depuración de aguas residuales, ya que estos contienen microorganismos patógenos que constituyen riesgos para la salud y el ambiente. Los lodos generados por una PDAR son objeto de recurso para su reutilización, ya que contienen

propiedades benéficas como nutrientes minerales y materia orgánica, las cuales pueden ser aprovechadas en la agricultura o mejoramiento de suelos (Sánchez et al., 2020).

2.1.6 Disposición del efluente

Las aguas residuales domésticas precisan de una depuración adecuada antes de su disposición final o reúso (Cáceres Pom et al., 2021). Fundamentalmente cuando las aguas de los cuerpos receptores son utilizadas por la población (Isaac-Zaldivar et al., 2024). Las aguas se encuentran protegidas y existen leyes que se deben cumplir para las aguas depuradas antes de ser desembocadas en cuerpos de agua, indican los límites máximos permitidos en función de dónde se haga la descarga (Granados Pabuena, 2020).

La depuración de estas aguas puede llevarse a cabo mediante la aplicación de procesos físicos, químicos, biológicos o la combinación de algunos de ellos, en función de sus características, su carga orgánica o la presencia de compuestos químicos inorgánicos (Isaac-Zaldivar et al., 2024).

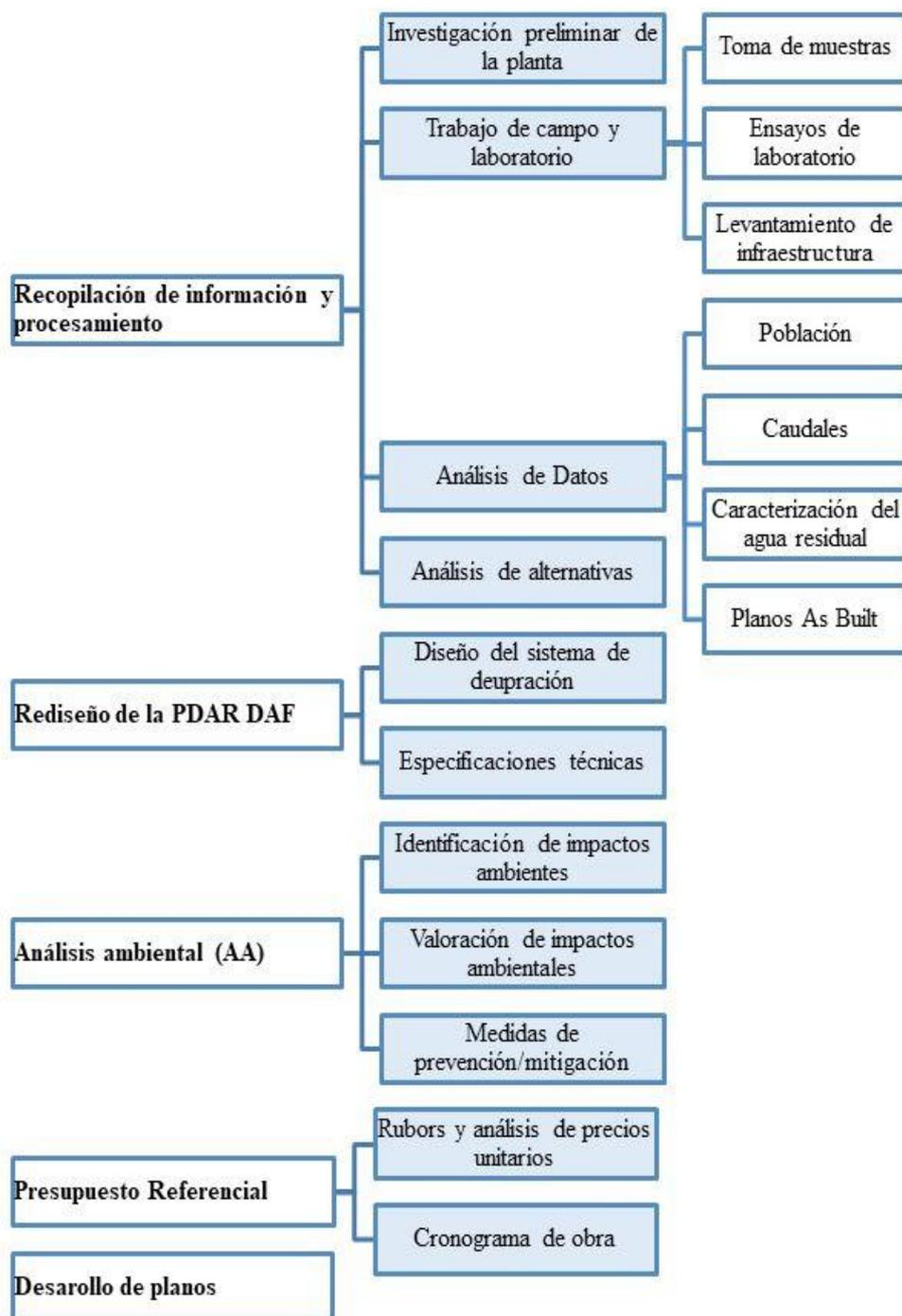
2.1.7 Biodegradabilidad del agua

La medición de la biodegradabilidad, en los cuerpos de agua es de gran importancia, dado que mide la capacidad que tiene un sistema microbiano para consumir la carga orgánica. Los análisis que asemejan las condiciones de biodegradabilidad natural son la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y se constituyen en dos de los análisis que con más frecuencia se solicitan al laboratorio para el monitoreo o detección de la contaminación orgánica de aguas industriales, residuales (Narváez et al., 2020)

La DQO estima la cantidad de oxígeno necesario para oxidar completamente la materia orgánica en una muestra a dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura, pH y tiempo. La DBO₅ es la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos, en condiciones óptimas de crecimiento, para metabolizar los compuestos orgánicos susceptibles a ser degradados, es decir las pruebas de DBO₅ evalúan la tolerancia de los cuerpos de agua receptores para asimilar descargas de materia orgánica (Narváez et al., 2020).

2.1.8 Metodología de trabajo aplicada en este proyecto

Una vez que se ha planteado el problema de la poca eficiencia que se ha evidenciado en el sistema DAF, se plantea la metodología de trabajo que se observa en la Figura 1, donde se detalla cada paso a seguir en el rediseño.

Figura 1*Esquema metodológico del proyecto**Nota: Elaboración propia (2024)*

2.1.9 Economía circular en el agua

La economía circular reconoce que el agua es un recurso finito. Dicho reconocimiento implica de plano, la búsqueda de la disminución del uso de recursos finitos como materia prima, motivo por el cual se evitará utilizar agua siempre que sea posible; es más: bajo este enfoque se pretenderá reutilizar al máximo el agua para superar las externalidades negativas generadas por su escasez o por su mala calidad (Saravia Matus et al., 2022).

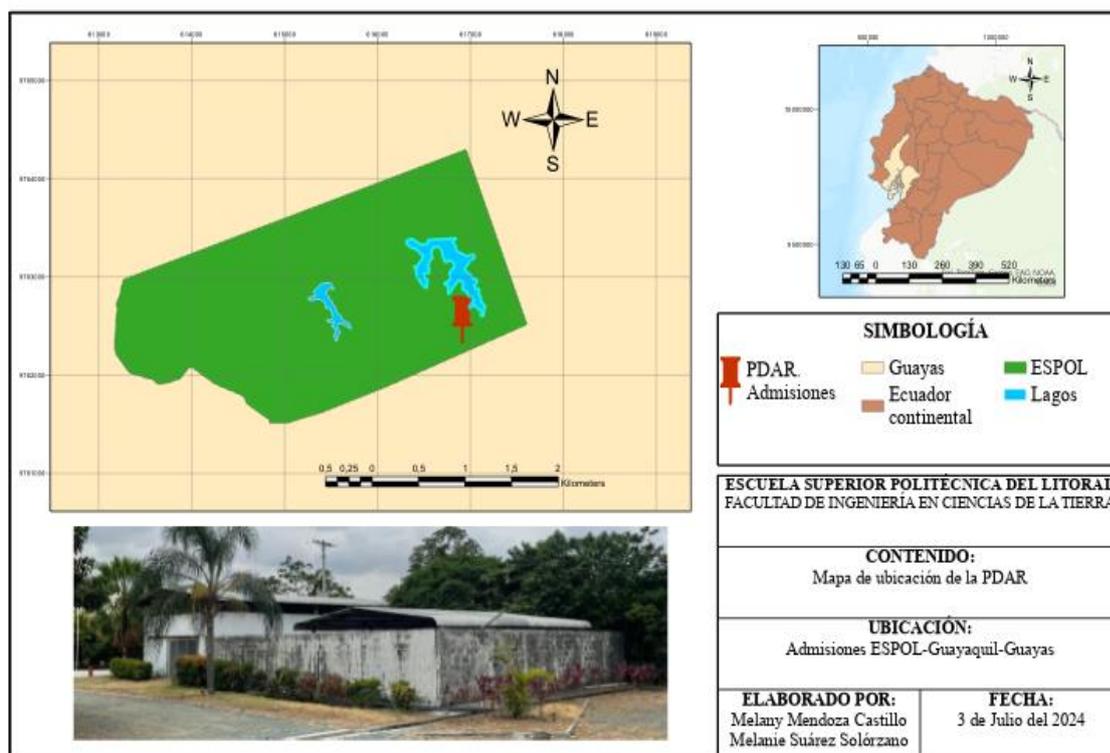
Las AR han sido usadas en la agricultura durante muchos años; en la Roma antigua, se utilizó como fertilizante. Actualmente, por la escasez de agua su implementación ha crecido. Se aplican, principalmente, en cultivos que se procesan antes de su consumo, como maíz y arroz y frutos que se consumen crudos; en menor medida, en algunos cultivos industriales, como algodón, además de árboles maderables y forrajes (González-Fragozo et al., 2020b).

2.2 Área de estudio

La planta depuradora de aguas residuales DAF se encuentra ubicada en la parte posterior del edificio de Admisiones ESPOL (Figura 2), dicha planta se conecta a través del sistema de alcantarillado con los siguientes edificios; Admisiones ESPOL, cafetería de Admisiones, y el edificio compuesto por el Centro de Investigaciones y Servicios Educativos (CISE), Centro de Educación Continua (CEC) y el colegio Duale Schule. La población conformada por los usuarios de estos servicios se detalla en la **Tabla 1**.

Figura 2

Ubicación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales



Nota: Elaboración propia (2024)

Tabla 1

Población aportante a la planta de Admisiones.

POBLACIÓN ACTUAL, AÑO 2024	
Estudiantes de Admisiones	2908
Trabajadores de Admisiones	69
Personal del CEC	12
Personal del CISE	17
Estudiantes y personal Administrativo de Duale Schule	185

TOTAL	3191
--------------	------

Nota: Elaboración propia (2024)

Actualmente, la PDAR consta de una depuración preliminar de rejillas, tiene el objetivo de retener sólidos grandes y evitar que interfieran en el funcionamiento de las bombas (**Figura 3**). Luego se encuentra el tanque de aireación (**Figura 4**), que se conecta con el clarificador (**Figura 5**) mediante las bombas sumergibles de potencia 1 HP. El agua residual se envía a las serpentinas donde se mezclan los químicos coagulantes (**Figura 6**), estos llegan a través de unas tuberías por debajo del suelo desde unos tanques de 500 litros (**Figura 10**), y se encargan de desestabilizar las partículas, y el floculante realiza la unión de todas las partículas desestabilizadas.

Posteriormente el agua sube a la cámara del DAF donde una bomba inyecta al sistema aire disuelto al agua residual (**Figura 8**), este proceso permite que los sólidos más ligeros floten en el tanque y sean removidos por el sistema de barrederas para depositarse en la tolva de lodos (**Figura 7**), por otra parte, los sólidos más pesados caen al fondo del tanque donde cada cierto tiempo son enviados al tanque de retención de lodos (**Figura 9**). A través de dos bombas de lodos se envían los lodos depositados en el tanque al lecho de secado (**Figura 11**).

El agua tratada viaja mediante las líneas laterales y hacia arriba a través de los tubos de vertedero ajustables a la cámara de efluentes para salir del DAF. El efluente del tanque DAF puede ser redirigido mediante llaves al sistema de riego el cual cuenta con equipos y tanques de almacenamiento, pero no se encuentra operativo debido a la falta de un sistema de riego (**Figura 12**), presuntamente el agua depurada se descarga directamente al suelo del bosque protector.

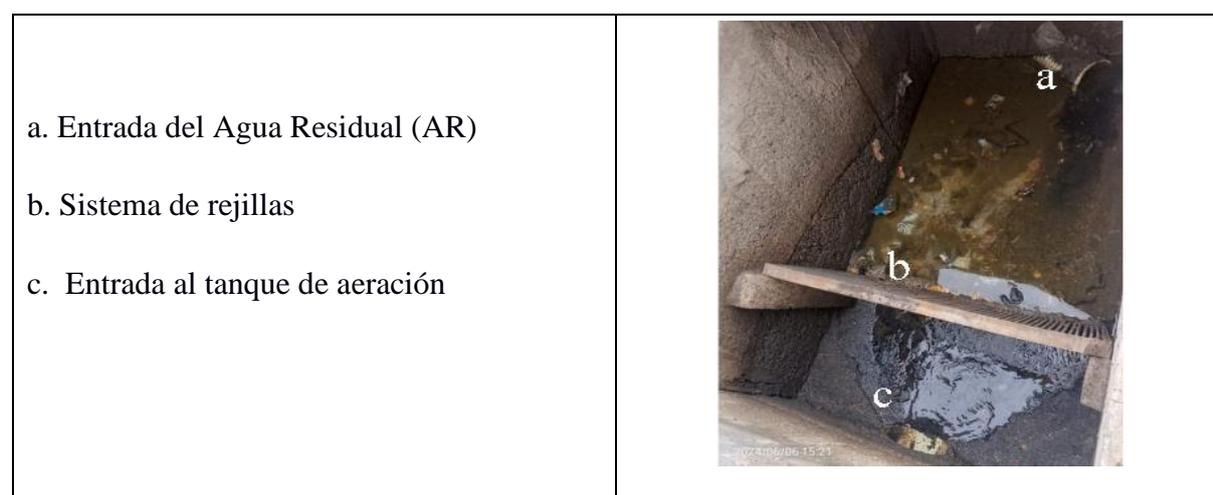
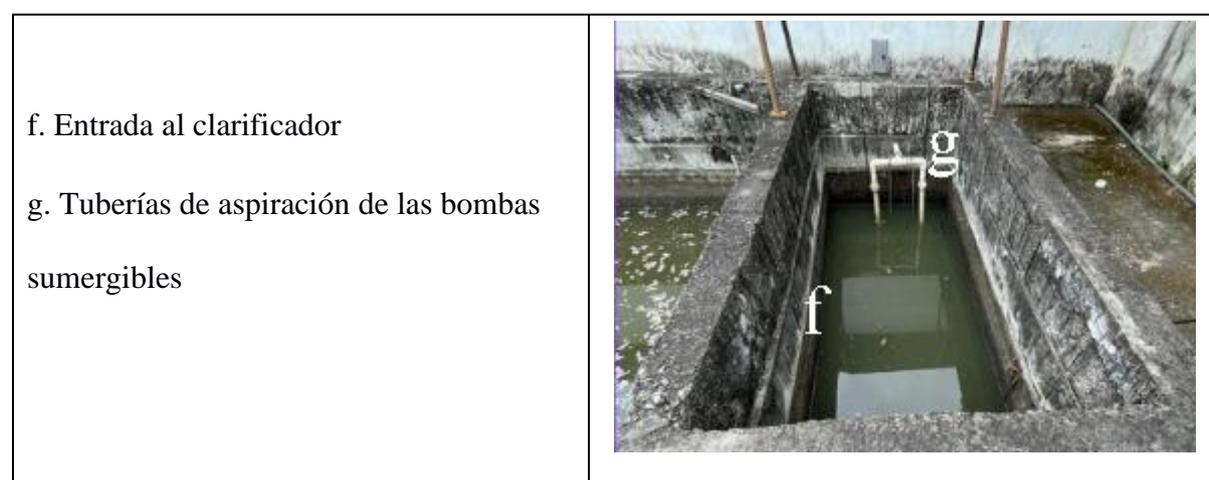
Figura 3*Partes del Pretratamiento de la PDAR***Figura 4***Partes de la Depuración Secundaria*

Figura 5*Partes del Clarificador***Figura 6***Partes internas del sistema*

Nota: * Nombre dado por el contratista que opera la planta, referido al flujo de tuberías

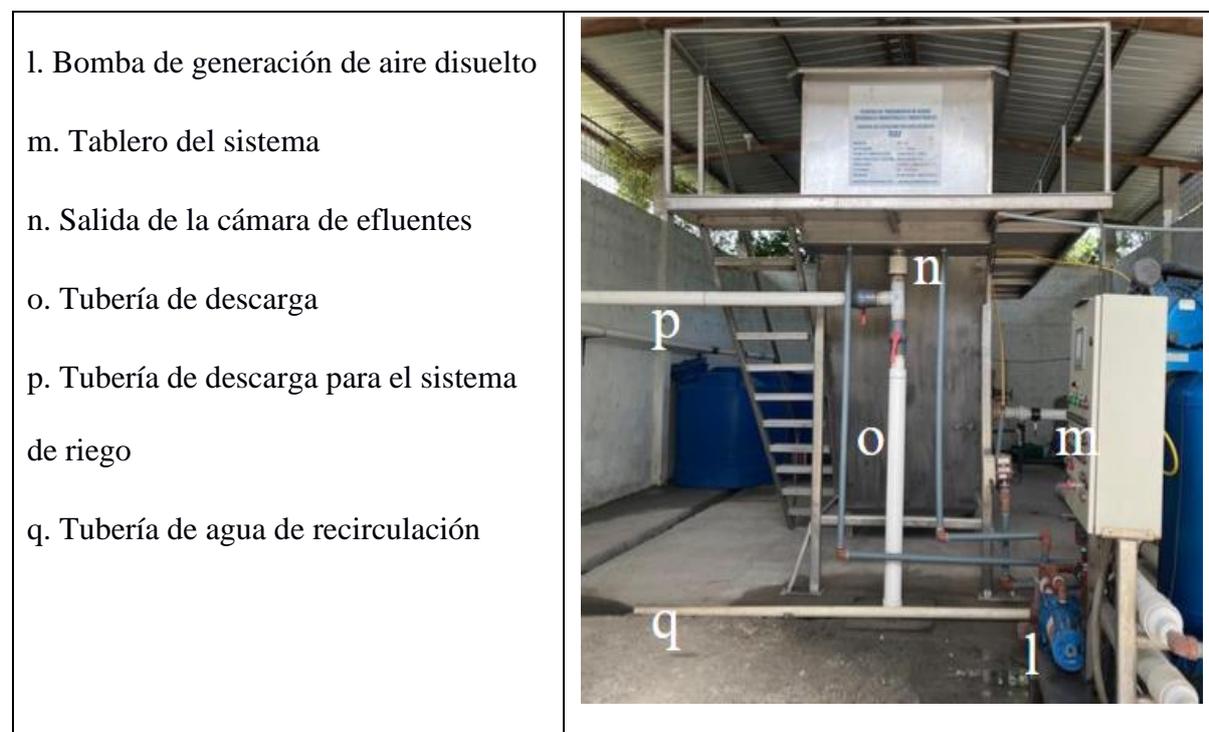
Figura 7*Partes internas del tanque DAF***Figura 8***Partes en la zona frontal del sistema DAF*

Figura 9

Partes en la zona posterior del tanque DAF

**Figura 10**

Tanques para floculación y coagulación

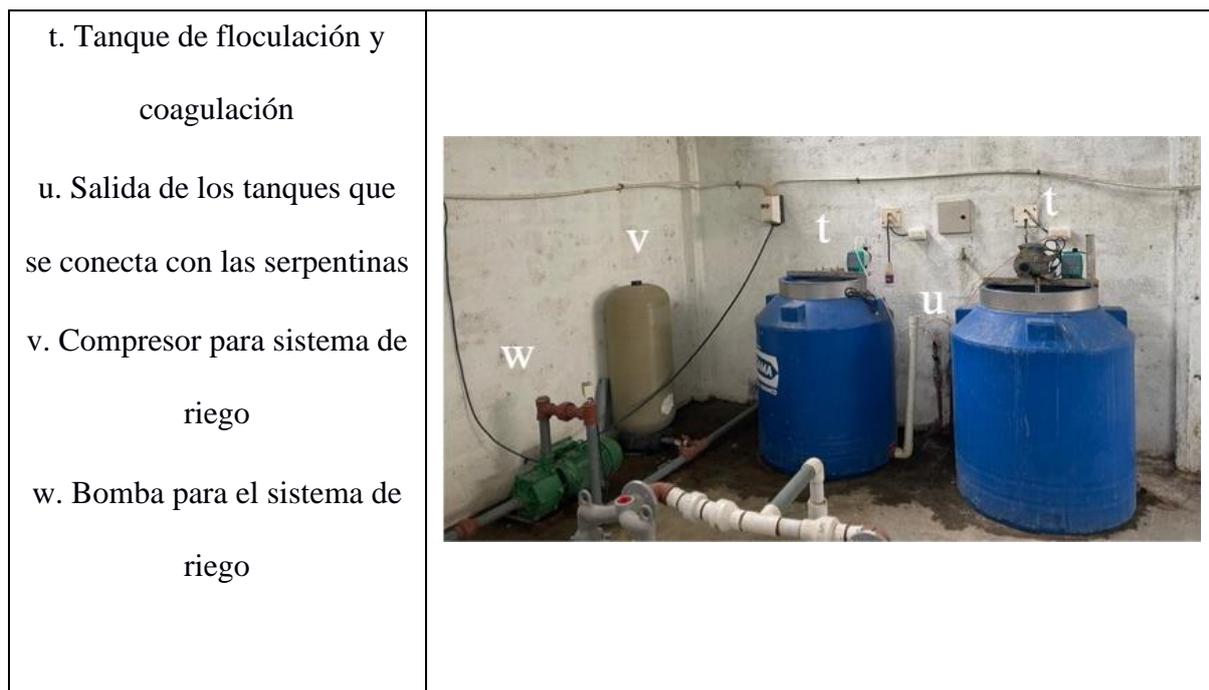
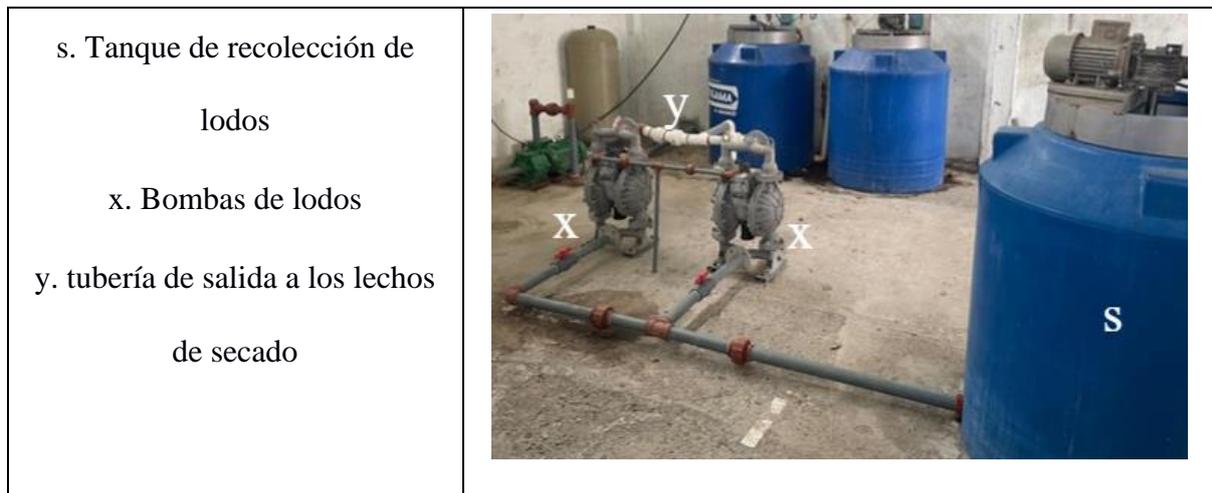
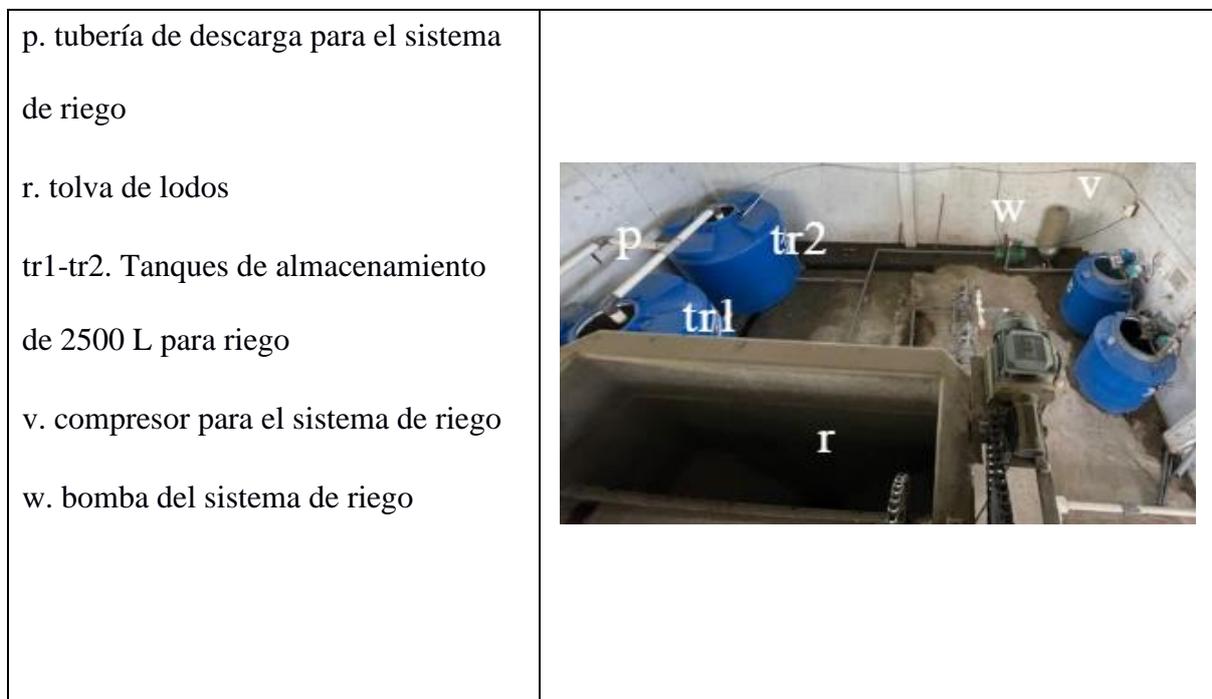


Figura 11

Partes de la disposición final de lodos

**Figura 12**

Partes del sistema de riego



2.2.1 Temperatura y precipitación

Guayaquil registra una temperatura media anual 24,1°C según (Climate Data.org, 2021). La precipitación anual en la localidad es de aproximadamente 2321 mm (Tabla 2).

Tabla 2

Variación de temperatura, precipitación y humedad de Guayaquil.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Temperatura media (°C)	24,8	25	25,3	25,3	24,7	23,6	23,1	23	23	23,3	23,7	24,6
Temperatura min(°C)	23	23,2	23,3	23,3	22,7	21,5	20,9	20,6	20,5	20,8	21,1	22,2
Temperatura máx. (°C)	28,1	28,1	28,5	28,6	27,9	27	26,8	27,2	27,5	27,6	28,2	28,7
Precipitación	253	390	395	323	239	155	124	89	101	73	57	122
Humedad (%)	84	87	85	85	85	85	83	81	81	80	78	79
Días de lluvia(días)	17	19	19	18	17	15	13	11	12	10	7	11
Horas de sol (horas)	5.8	5,9	6,5	6,5	5,7	5,0	4,7	4,9	4,8	4,4	5,0	6,0

Nota. Datos tomados de Climate Data.org (2021)

2.3 Trabajos de campo y laboratorio

2.3.1 Toma de muestras

Se llevaron a cabo trabajos de campo para la toma de muestras de agua residual en la planta depuradora de Admisiones que permitieron caracterizar el agua residual al ingreso y salida. Se realizó un muestreo tipo puntual en dos puntos de la planta, en la entrada (PE) (**Figura 13**) y en la salida (PS) del sistema (**Figura 14**), tal como se evidencia en **Figura 15** y **Figura 16**.

Figura 13

Punto de toma de muestra de ingreso (PE).



Nota. La figura muestra el punto de toma de muestra para los ensayos de laboratorio, siendo PE el punto de pretratamiento donde ingresa el agua residual a la planta depuradora.

Figura 14

Punto de toma de muestra de salida (PS).



Nota. La figura muestra el punto de toma de muestra para los ensayos de laboratorio, siendo PS la salida del efluente luego de pasar por el sistema de DAF.

Figura 15

Toma de muestra en ingreso (PE)



Figura 16

Toma de muestra en salida (PS)



2.3.2 Trabajo de laboratorio

Los ensayos de caracterización (Tabla 3) se realizaron en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Las evidencias de los trabajos pueden ser observadas en las **Figura 17** y **Figura 18**.

Tabla 3

Parámetros y ensayos de laboratorio

Parámetros obtenidos	
Multiparamétrica	pH
	Temperatura
	Conductividad
	Oxígeno disuelto
	Sólidos totales disueltos
Componentes determinados	
Físicos	Sólidos Sedimentables (SS)
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)
	Sólidos Suspendidos Fijos (SSF)
	Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)
Químicos	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Biológicos	Coliformes Totales

Nota. Datos propios de la PDAR de Admisiones (2024).

Figura 17

Parámetros con multiparamétrica



Nota. Imagen propia (2024).

Figura 18

Sólidos sedimentables (SS)



Nota. Imagen propia (2024).

2.3.3 Medición de caudales

El caudal es una operación unitaria fundamental en el buen funcionamiento de la planta. En este proyecto se realizó 2 mediciones de caudales: Día 1 (11 de junio de 2024) durante 1 hora y media. Estos resultados determinaron que era necesario volver a realizar

mediciones. En la segunda ocasión la medición (20 de junio de 2024) se realizó cada 30 minutos por un lapso de 9 horas seguidas, entre las 8H00 y 17H00, en el punto de entrada del sistema (PE). Para ello se empleó el método de aforo, tomando el tiempo de llenado de un balde de volumen conocido y mediante la relación de volumen sobre tiempo se obtuvo un valor de caudal, (**Figura 19**).

Figura 19

Medición de caudal día 2, (PE)



Nota. Imagen propia (2024).

Mientras que para el punto de salida se llenó el tanque de riego, el cual tiene un volumen de 2500 litros y se tomó el tiempo que le tomaba llenarse.

2.3.4 Levantamiento de infraestructura

El levantamiento de la infraestructura de la planta se lo realizó con los instrumentos básicos de medición: flexómetro y cinta, con el fin de obtener los planos AsBuilt de la planta.

2.4 Análisis de datos

2.4.1 *Periodo de diseño*

Para el caso de este proyecto, se ha considerado un periodo de diseño de 15 años.

2.4.2 *Población*

A partir de la recopilación de información y el análisis, se encontró que la población aportante a la planta depuradora está compuesta por personal de CISE, CEC, estudiantes y personal administrativo del colegio Duale Schule, además de los estudiantes y personal administrativo de admisiones. Es importante aclarar que el comportamiento de estas poblaciones son diferentes y requieren ciertas consideraciones especiales para la proyección de su población, dato importante en el rediseño de cualquier sistema depurador.

La población de CISE en los últimos 5 años se ha mantenido constante, son 17 colaboradores, debido a las actividades del centro de investigación no se requiere aumentar ni disminuir el número de ocupantes, por lo que no se realizó una proyección poblacional.

El caso de CEC es similar, la población no ha visto ningún cambio durante los últimos 4 años, siendo 12 habitantes, no se espera algún cambio dentro del tiempo de acuerdo con las operaciones dentro del centro.

Por otro lado, se tiene el colegio Duale Schule, el cual se encuentra funcionando dentro de ESPOL desde el presente año (2024), motivo por el cual no existen datos históricos de la población. Cuenta con 170 estudiantes y 15 miembros de personal administrativo, que se considera constante, mientras que la población estudiantil se proyectó según la información del Sistema Nacional de Educación, con un factor crecimiento de poblacional de

0,004. Con un periodo de diseño de 15 años la población aumentaría a 181 habitantes (Tabla 4).

Tabla 4

Crecimiento poblacional de estudiantes del Duale Schule.

Índice	Año	Población
0	2024	170
1	2025	171
2	2026	172
3	2027	173
4	2028	173
5	2029	174
6	2030	175
7	2031	175
8	2032	176
9	2033	177
10	2034	177
11	2035	178
12	2036	179
13	2037	180
14	2038	180
15	2039	181

Nota. Elaboración propia (2024)

Se recolectó información de los datos históricos de los estudiantes de Admisiones ESPOL desde el año 2012 al 2024. Con los datos disponibles se determinaron los factores de crecimiento poblacional por los métodos geométricos, exponencial y aritmético. Los factores permitieron proyectar la población hasta el año 2039 y se determinó que el método aritmético

se ajusta a la población. Para un periodo de diseño de 15 años, la población aumentará a 10600 estudiantes (Tabla 5).

Tabla 5

Crecimiento poblacional estudiantes de Admisiones ESPOL

Índice	Año	Población
0	2024	2908
1	2025	3044
2	2026	3180
3	2027	3315
4	2028	3451
5	2029	3586
6	2030	3722
7	2031	3858
8	2032	3993
9	2033	4129
10	2034	4264
11	2035	4400
12	2036	4535
13	2037	4671
14	2038	4807
15	2039	4942

Nota. Elaboración propia (2024)

Los datos recopilados del personal administrativo de admisiones son del año 2021 al 2024, dentro de esta información se encuentra un valor poblacional incongruente en el año 2022 ya que no tienen ningún tipo de relación con el comportamiento de los otros 3 años,

adicionalmente ese valor es irreal de acuerdo con la cantidad de docentes que suele necesitar la capacitación de los estudiantes en Admisiones, (Tabla 6).

Tabla 6

Población administrativa de Admisiones ESPOL.

Año	Personal administrativo	Auxiliares de servicio	Planta Docentes
2021	10	4	67
2022	10	4	20
2023	11	4	83
2024	11	4	69

Nota. Datos recuperados de Admisiones ESPOL (2024)

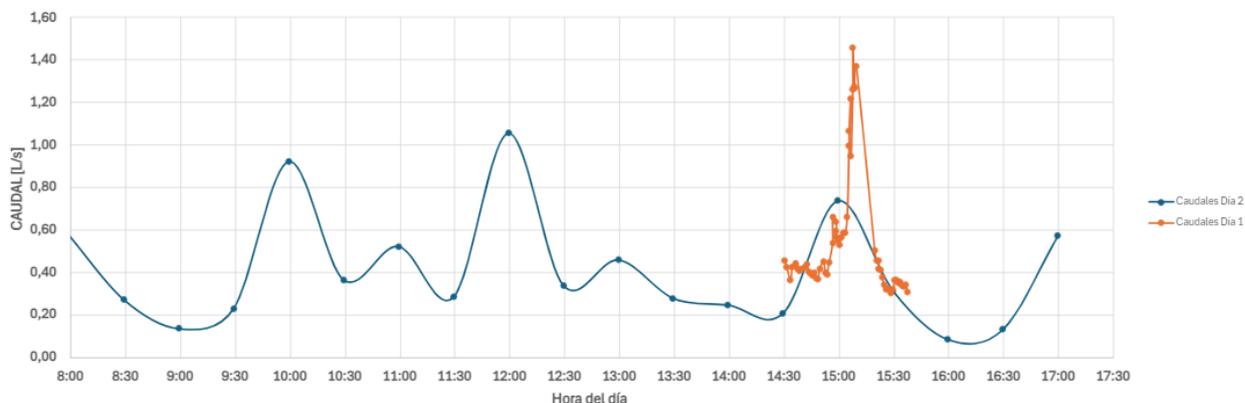
Por lo tanto, se consideró como población proyectada es de 83 habitantes promediado entre los años 2021, 2023 y 2024.

2.4.3 Caudales

En la **Figura 20**, se pueden observar las dos mediciones efectuadas. El análisis de los caudales medidos, en la primera jordana dio un valor máximo de 1.40 L/s. En la segunda medición, los caudales máximos, mínimo y medio medidos fueron 1.05 L/s, 0.08 L/s y 0.41 L/s respectivamente. Durante la segunda jornada, ingresó un volumen de 27744,9 L.

Figura 20

Variación de caudales instantáneos



Nota. Elaboración propia (2024)

Después analizar las mediciones de caudal se concluyó que, los valores máximos se registraron en los cambios de hora clases de admisiones, ya que es la población más representativa. Las horas de clases de admisiones van en intervalos de 2 horas y en dos jornadas de mañana y de tarde, la jornada matutina empieza a las 8h00 hasta las 12h00 mientras que la vespertina empieza a las 13h00 hasta las 17h00.

Por otro lado, los caudales mínimos se producen a mitad de las clases, lo cual es más notorio durante la tarde.

2.4.4 Caracterización del agua residual

Ciertos parámetros del agua residual tienden a variar con el transcurso del tiempo, desde que se recolecta la muestra en el campo hasta la llegada al laboratorio. Por esta razón se realiza la medición de los parámetros de campo, (Tabla 7).

Tabla 7*Resultados de los parámetros de campo*

PARÁMETROS DE CAMPO				
Parámetros	PRIMER MUESTREO		SEGUNDO MUESTREO	
	PE	PS	PE	PS
pH	8,65	8,6	8,53	8,52
Conductividad eléctrica (CE) [us/cm]	1645	2140	913	2038
Sólidos Disueltos Totales (STD) [mg/L]	814	1069	440	1028
Oxígeno disuelto (OD) [mg/L]	2,36	0,88	4,77	0,37

Nota. Elaboración propia (2024)

La caracterización del agua es fundamental para conocer los diferentes componentes del agua residual. El TULSMA, (TULSMA, 2015) establece Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminante que debe tener un AR para que pueda ser descargada en un cuerpo de agua dulce (Tabla 8).

Tabla 8*Caracterización del agua residual*

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA							
Ensayo		Unidad	Primer Muestra		Segundo Muestreo		Descarga en un cuerpo de agua dulce
			P1	P2	P1	P2	LMP
Sólidos Sedimentables	SS	mL/L	1,8	28	0,5	29,5	1
Sólidos Disueltos totales	SDT	mg/L	814	1069	440	1028	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	125	144	56	122	130
Sólidos Suspendidos Fijos	SSF	mg/L	120	91	55	77	-
Sólidos Suspendidos Volátiles	SSV	mg/L	5	53	1	45	-
Sólidos Totales	ST	mg/L	939	1213	496	1150	1600
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO₅	mg/L	189	105	175	157	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	401	298	348	258	200
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	2054	1100	TNTC*	914	2000

*TNTC: Demasiado numerosos para contar

Nota. Elaboración propia (2024)

La PDAR de Admisiones ESPOL presenta problemas con la remoción de los sólidos, esto se puede evidenciar en el elevado número de sólidos sedimentables que contiene la muestra recolectada en el PS.

La relación $DBO_5 / DQO > 0.4$ y la relación $DQO / DBO_5 < 2.5$ (Tabla 9), indica que se trata de un agua muy biodegradable.

Tabla 9*Biodegradabilidad del agua de la PDAR de Admisiones ESPOL*

BIODEGRABILIDAD DEL AGUA (AGUA DE ENTRADA)			
Relación	Primer Muestreo	Segundo Muestreo	Proceso Sugerido
DBO ₅ /DQO	0,47	0,50	Biológico
DQO/ DBO ₅	2,1	1,98	Biológico

Nota. Elaboración propia (2024)

2.4.5 *Ensayo sobrenadante*

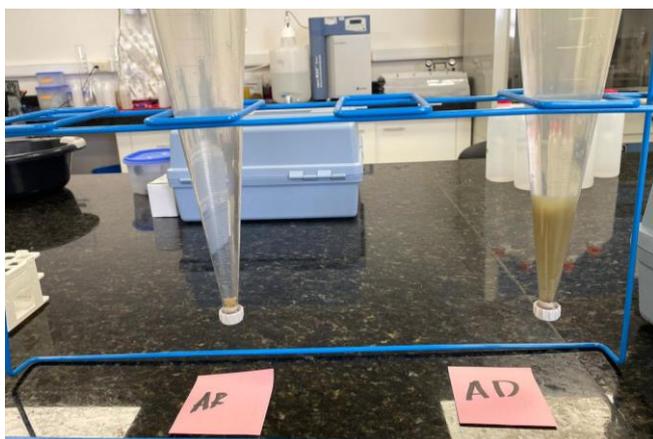
Durante el primer muestreo en el ensayo del cono Imhoff se evidenció que la cantidad de sólidos sedimentables presentes en el agua depurada era mayor que el agua residual al inicio (ingreso), (Figura 21), por lo que, para el segundo muestreo se repitió el ensayo con una duración de 120 minutos, después de ese tiempo los sedimentos se quedaron en el fondo del cono, no se evidenciaron lodos flotantes, (**Figura 22**).

Figura 21

Ensayo de sólidos sedimentables del primer muestreo*Nota:* Imagen propia (2024)

Figura 22

Sólidos sedimentables después de 120 minutos



Nota: Imagen propia (2024)

En la parte superior del cono quedó el agua sobrenadante. En este, se realizó la medición de parámetros y los correspondientes ensayos de la DQO y DBO₅, (**Figura 23**Figura 23), los resultados se muestran en la Tabla 10.

Figura 23

Medición de parámetros del sobrenadante

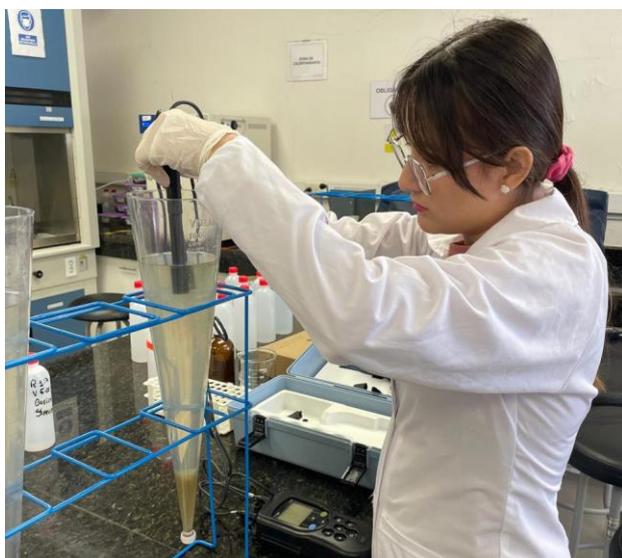


Tabla 10*Parámetros y caracterización del agua depurada y sobrenadante de la PDAR*

PARÁMETROS Y CARACTERIZACIÓN				
Parámetro	Unidad	Segundo Muestreo		Descarga en un cuerpo de agua dulce
		P2	Sobrenadante	LMP
pH		8,52	8,68	6-8
Temperatura	°C	25	21,8	menor a 35
Conductividad eléctrica (CE)	[uS/cm]	2038	1897	-
Sólidos Disueltos Totales (STD)	mg/L	1028	1023	-
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0,37	0,17	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg/L	157	157	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	258	227	200

Nota. Elaboración propia (2024)

2.4.6 Planos As built

Los planos As built de la planta se encuentra en la sección de planos y anexos (PLANOS AS BUILT DE LA PDAR).

2.5 Análisis de alternativas

Una vez realizado los trabajos de campo y laboratorio, en conjunto con el análisis de datos, se procede a plantear alternativas, las cuales serán evaluadas y se escogerá aquella que mejor se ajuste a las necesidades actuales de la planta. Para realizar la valoración de cada alternativa se empleará la matriz de Likert.

Las alternativas del rediseño consideran las siguientes restricciones:

- a) Falta de información técnica y operativa de la PDAR.
- b) Cohesión con infraestructura existente
- c) Tipo de operación
- d) Control y monitoreo continuo del proceso de depuración.
- e) Limitación en ensayos de laboratorio.

De acuerdo con las siguientes consideraciones se definirán las alternativas que cumplan con las restricciones del proyecto detalladas.

- I. Consideraciones técnicas:
 - i. Vida útil.
 - ii. Eficiencia.
- II. Consideraciones económicas:
 - i. Costo de implementación.
 - ii. Mantenimiento en corto, mediano y largo plazo.
- III. Consideraciones ambientales:
 - i. Afectaciones al Bosque Protector.
 - ii. Reúso de las aguas depuradas.
- IV. Consideraciones Sociales:
 - i. Comunidad.

Cada sección descrita en los apartados tiene un factor que va del 0 al 1, a su vez se cuantificará la puntuación de cada alternativa con un rango de valores del 1 al 10, siendo 1 el

menos acertado al apartado descrito en cada consideración y 10 el más acertado, esta puntuación será ponderada con el factor dado en cada sección.

Las siguientes alternativas se proponen para el rediseño de la PDAR:

(A1): Utilizar el tanque de aireación como un tanque sedimentador posterior al proceso de DAF:

Implica modificar la distribución de tuberías que conectan la depuración preliminar, el tanque clarificador y el equipo de DAF con el tanque sedimentador. En esta alternativa no se realiza una infraestructura adicional, se emplean los sistemas disponibles, solo se redistribuirán las tuberías entre procesos, por lo que es una opción con un bajo costo de implementación.

Además, es imperativo que se mejore la remoción de sólidos ya que se evidenció que el tiempo de decantación de los sólidos es de aproximadamente de 45 a 60 minutos, por lo que se utilizaría el tanque de aireación actual como un tanque sedimentador.

(A2): Aplicar un proceso de aireación extendida o prolongada mediante difusores de burbuja en el tanque de aireación y utilizar el tanque DAF como clarificador:

Los procesos de aireación extendida o prolongada garantizan una remoción del 90% de la DBO_5 , de acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio los valores de la DBO a los 5 días superan los límites permisibles según la TULSMA por lo que es importante reducir la carga contaminante de acuerdo con esos parámetros.

De acuerdo con la biodegradabilidad del afluente de la planta (Tabla 9), no es necesario utilizar productos químicos como floculantes y coagulantes, reduciendo costos en la operación de la planta. Además, que la forma del tanque DAF permite que sea utilizado como

un clarificador. Esta alternativa es una solución con bajo costo ya que emplea la infraestructura existente.

(A3): Implementar un sistema de lodos activados sin emplear el proceso del

DAF:

Rediseñar el sistema para que funcione como lodos activados, empleando los actuales tanques de la depuración primaria. El equipo de DAF no se emplea en este proceso lo que conlleva a un ahorro energético debido a su alta demanda. Dejar obsoleto el equipo de DAF es un desperdicio de tecnología ya que es un sistema eficiente si el proceso es automatizado y se realiza un mantenimiento óptimo. Sin embargo, se considera dejar de usar un sistema de DAF porque la empresa contratista actual no lo implementa de forma adecuada lo que afecta a la calidad del agua depurada.

Tabla 11

Valoración de alternativas propuestas

		Factor		A1	A2	A3	
Criterio técnico	Técnico	Vida útil	0,1	Puntos	3	4	3
				Subtotal	0,3	0,4	0,3
	0,3	Eficiencia	0,2	Puntos	2	4	1
				Subtotal	0,4	0,8	0,2
Criterios de sostenibilidad	Económico	Costo	0,1	Puntos	3	4	2
				Subtotal	0,3	0,4	0,2
	0,2	Mantenimiento	0,1	Puntos	3	4	3
				Subtotal	0,3	0,4	0,3
	Ambiental	Afectaciones BP	0,2	Puntos	1	3	3
				Subtotal	0,2	0,6	0,6
	0,4	Reúso AD	0,2	Puntos	3	3	1
				Subtotal	0,6	0,6	0,2
Social	Comunidad	0,1	Puntos	2	4	2	
			Subtotal	0,2	0,4	0,2	
TOTAL				2,3	3,6	2	

Nota: Elaboración propia (2024)

De acuerdo con las ponderaciones de las alternativas propuestas, en la Tabla 11, la alternativa tres (A2) tiene la mayor cantidad de puntos según las consideraciones valoradas, por lo que en el rediseño se empleará esta alternativa.

2.7 Evaluación de diagnóstico

Luego de recopilar toda la información del área de estudio (Tabla 12) es importante definir las áreas que deben ser intervenidas en el rediseño de la planta, verificando si en las condiciones actuales cumplen o no con los requerimientos necesarios para un óptimo funcionamiento de la PDAR (Tabla 13).

De acuerdo con (Metcalf & Eddy, 1995) las relaciones de dimensiones longitud a ancho más comunes en los tanques de aireación son de 2:1 a 4:1, mientras que la profundidad mínima recomendada para una aireación eficiente es de 2,5 a 3 metros y en la norma del (INEN, 1992) se indica que la relación profundidad y ancho es de 1:2,5 1:3 y 1:4.

Para los decantadores secundarios rectangulares el (INEN, 1992) en su norma para poblaciones mayores a 1000 habitantes indica que la relación longitud/ancho debe ser 4:1 como mínimo y la relación ancho/profundidad debe ser superior a 2:1.

Tabla 12

Dimensiones actuales del tanque de aireación, clarificador y lecho de secado

	TANQUE DE AIREACIÓN		CLARIFICADOR		Cantidad	LECHO DE SECADO	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad		Valor	Unidad
Longitud	5,70	m	1,85	m	2	4,5	m
Ancho	3,60	m	3,60	m	2	5,7	m
Profundidad	1,75	m	1,75	m	2	0,75	m
Volumen	35,91	m ³	11,65	m ³	2	19,24	m ³

Nota: Elaboración propia (2024)

Tabla 13

Comparativa entre las relaciones de dimensiones actuales de la planta y las relaciones mínima (INEN, 1992b)

TANQUES	LONGITUD:ANCHO			ANCHO:PROFUNDIDAD		
	Datos de la planta	Relación mínima	Verificar	Datos de la planta	Relación mínima	Verificar
Aireación	1,5:1	2:1	No cumple	2:1	2,5:1	No cumple
Clarificador	1:2	4:1	No cumple	2:1	>2:1	No cumple

Nota: Elaboración propia (2024)

Se evidenció que las medidas actuales del tanque de aireación y clarificador no cumplen con los requerimientos mínimos de las normas nacionales ni de la literatura consultada, por esta razón es necesario la modificación de estas medidas en la sección de diseño para brindar un servicio de calidad a la comunidad.

Al contrario de los lechos de secado que de acuerdo con el (INEN, 1992) el ancho es generalmente entre 3 a 6 metros y una profundidad total de 30 a 40 cm, las medidas actuales de los lechos de secado cumplen.

Para este diseño se utilizará el método propuesto por (Crites & Tchobanoglous, 2000), el cual proporciona métodos matemáticos y relaciones para sistemas de aireación extendida o prolongada descritas más adelante, también se utilizarán datos y tablas del (INEN, 1992). Estas bibliografías fueron seleccionadas debido a que las consideraciones que tienen en cuenta a lo largo de su desarrollo además de que se ajusta a la población de diseño.

En esta sección también se presenta un listado de los equipos (Tabla 14) disponibles en la planta con sus respectivas características que nos permiten evaluar si es requerido su uso en el diseño final, presentado en el capítulo 3, de la alternativa ganadora (A2).

Tabla 14

Listado de equipos y sus características

COD	EQUIPO	USO	CANTIDAD	POTENCIA	AMPERAJE	RPM
B1	Bomba sumergible	Sistema aireación	2	1 HP 220V-3F	5.5 A 60H	1750
B2	Bomba sumergible	Elevación	2	1 HP 220V-3F	5.5 A 60H	1750
B3	Bomba centrífuga	Recirculación	2	2 HP 220V-3F	6A 60Hz	3450
M1	Moto reductora	Preparación de Sulfato	1	0.5 HP 220V-3F	1.88 A 60Hz	1615
M2	Moto reductora	Preparación floculante	1	0.5 HP 220V-3F	1.88 A 60Hz	1615
M3	Moto reductora	Agitador de lodos	1	0.5 HP 220V-3F	1.9 A 60Hz	1590
M4	Motor	Barredora lodos	1	0.5 HP 220V-3F	1.88 A 60Hz	1615
B4	Bomba dosificadora	Sulfato	1	110V	3.15 A 60Hz	-
B5	Bomba dosificadora	Floculante	1	110V	1.8 A 60Hz	-
B6	Bomba neumática	Traslado lodos	2	Salida 1 1/2	-	-
C1	Compresor aire	100 galones	1	3 HP (C) 5 HP (M) 220V	14 A 60Hz	1710
B7	Bomba multietapa	Riego	1	5 HP 220V-3F 8	20 A 60Hz	3500

Nota: Información proporcionada por el contratista de los términos y referencia del contrato

(TdR, 2024)

Capítulo 3

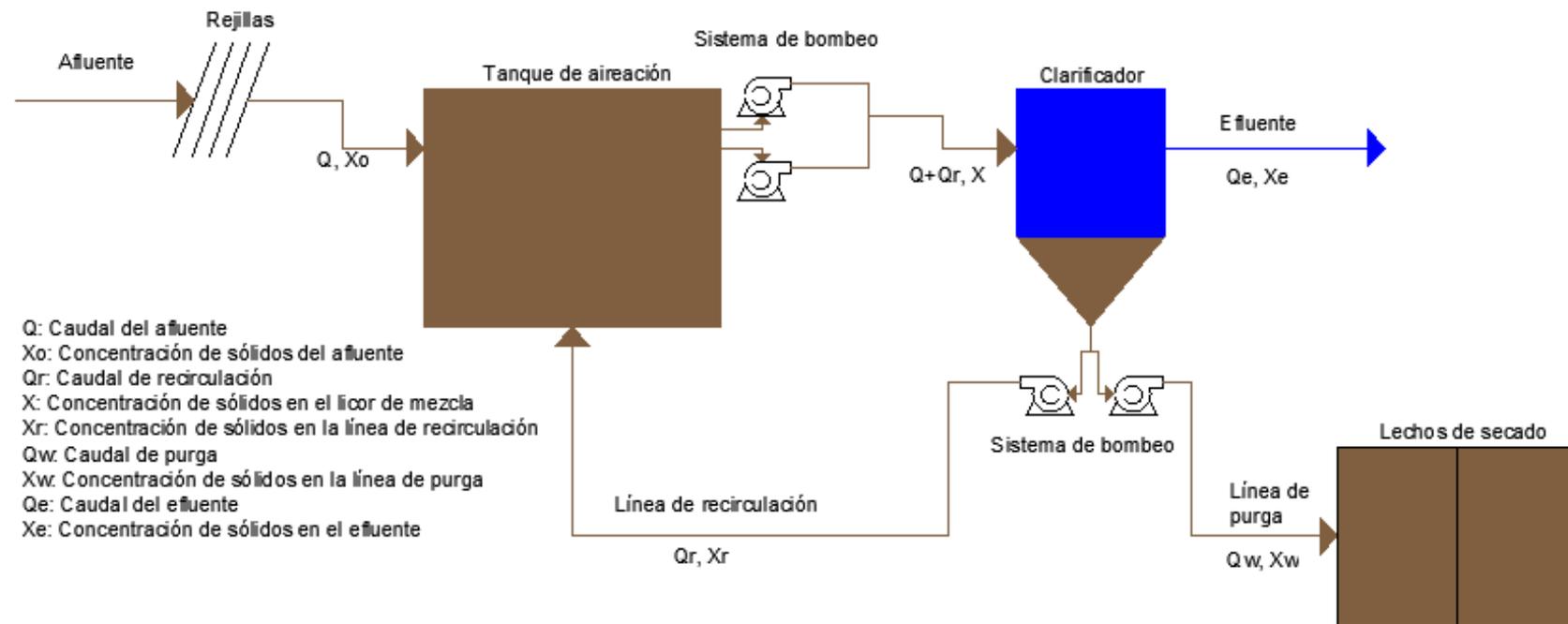
DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

De acuerdo con la alternativa ganadora (A2), se rediseñará la PDAR de Admisiones ESPOL, a través de la implementación de un sistema de aireación extendida o prolongada con difusores de burbuja fina. Se consideró un pretratamiento de rejillas, un tanque de aireación, un clarificador utilizando el tanque DAF existente y los 2 lechos de secado para la disposición final de los lodos, tal como se puede observar en la **Figura 25**.

Figura 25

Diagrama de operaciones y procesos unitarios de la PDAR de Admisiones ESPOL



Nota. Elaboración propia (2024)

3.1.1 *Pretratamiento o tratamiento preliminar*

De acuerdo con el análisis realizado en los procesos de la depuración del agua se determinó que el pretratamiento es adecuado, por lo que no se rediseñó. Sin embargo, se recomienda realizar una limpieza del canal de entrada. Se recomienda también revisar el anexo correspondiente al manual de operación y mantenimiento que se integra a este proyecto. Se propone resanar las paredes del canal de entrada ya que evidencia desgaste, a su vez la aplicación de impermeabilizantes. El cálculo de estos materiales se detalla en el presenta a continuación y el detalle de las especificaciones técnicas en el capítulo 5 donde se presenta el presupuesto referencial del rediseño del proyecto.

3.1.2 *Diseño de la depuración secundaria (Proceso biológico con Lodos Activados mediante Aireación Prolongada)*

3.1.2.1 Calidad esperada del efluente. De acuerdo con la tabla 9 del (TULSMA, 2015), el efluente esperado que se descarga en un cuerpo de agua dulce debe considerar los siguientes límites máximos permisibles (Tabla 15).

Tabla 15

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000

Nota. Datos tomados de (TULSMA, 2015)

Sin embargo, cuando se realiza un rediseño incluso un diseño no solo se debe tomar en cuenta lo que dice la normativa, sino que se tiene que considerar el uso o reuso del agua, en este caso riego, se tiene previsto reusarla en actividades de riego, en cuyo caso, se deben considerar los LMP de la Tabla 3 del TULSMA, que está en función del tiempo de riego. En este contexto, y ajustando los límites máximos permisibles de forma estricta se proponen las siguientes concentraciones a descargar:

$$DBO_5 \leq 20$$

$$DQO \leq 80$$

$$SST \leq 80$$

3.1.2.2 Cargas de diseño. Las cargas de diseño de los contaminantes presentes se calculan con la ecuación (3.1), los resultados para los diferentes contaminantes se presentan en la Tabla 16.

$$Carga\ de\ Diseño\ \left[\frac{kg}{d}\right] = C * Q * Fc \quad (3.1)$$

Donde:

C= Concentración inicial de contaminante [mg/l]

Q= Caudal del afluente [l/d]

Fc= Factor de conversión (1×10^{-6})

Reemplazando los valores para la DBO_5 :

$$Carga\ de\ Diseño\ DBO_5 = 189 \left[\frac{mg}{l}\right] * 75140,29 \left[\frac{l}{d}\right] * 1 \times 10^{-6} \left[\frac{kg}{mg}\right]$$

$$Carga\ de\ Diseño\ DBO_5 = 14,20 \left[\frac{kg}{d}\right]$$

Tabla 16

Resultados de concentraciones iniciales y cargas de diseño

CONTAMINANTE		CONCENTRACIÓN		CARGAS DE	
		INICIAL		DISEÑO	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	189	mg/l	14,20	kg/d
Demanda Química de Oxígeno	DQO	401	mg/l	30,13	kg/d
Sólidos Suspendidos Totales	SST	125	mg/l	9,39	kg/d

Nota. Elaboración propia (2024)

3.1.2.3 Tamaño del reactor biológico (tanque de aireación). El volumen del tanque de aireación se obtiene con la ecuación (3.2). Para realizar este cálculo es necesario conocer el caudal de diseño de la planta sumándole el porcentaje fugas permitido del 25%, al caudal medido (Tabla 17).

Tabla 17

Caudales de diseño de la PDAR de Admisiones ESPOL

PUNTOS DE RECOLECCIÓN	CAUDALES		UNIDAD
	Q	Q+0.25Q	
ENTRADA	60,11	75,14	m ³ /día
SALIDA	44,46	55,57	m ³ /día

Nota. Elaboración propia (2024)

$$V_r = \frac{Q * S_0}{X * \left(\frac{F}{M}\right)} \quad (3.2)$$

Donde:

V_r= Volumen requerido para el reactor [m³]

Q= Caudal del afluente [m³]

S₀= Concentración de DBO₅ en el afluente [mg/l]

X= Concentración de sólidos suspendidos en el licor de mezcla o tanque de aireación [mg/l].

Se asume 4,5 kg/m³ (4500 mg/l) de la Tabla 18 conforme la norma ecuatoriana (INEN, 1992)

F/M= Relación alimento-microorganismo, d⁻¹. Se asume 0,04 de la Tabla 19.

Tabla 18

Parámetros de diseño para tanques de aireación

TIPO DE PROCESO	REOMOCIÓN DE DBO ₅ %	SSLM kg/m ³	% DE RETORNO
Aireación	90-95	3 - 6	100 - 300
Prolongada			

Nota. Datos tomados del (INEN, 1992)

Tabla 19

Valores característicos para el diseño de los parámetros en procesos de lodos activados por aireación extendida

TIPO DE PROCESO	Θ _c d	F/M d ⁻¹	Q _r /Q
Aireación	20 - 40	0,04 – 0,1	0,5 – 1,50
Prolongada			

Nota. Datos recuperados de (Crites & Tchobanoglous, 2000)

Reemplazando los valores correspondientes en la ecuación (3.2):

$$V_r = \frac{75,14 \left[\frac{Mgal}{d} \right] * 189 \left[\frac{mg}{l} \right]}{4500 \left[\frac{mg}{l} \right] * 0,04 [d^{-1}]}$$

$$V_r = 78,9 [m^3]$$

En la sección 0 donde se realizó la evaluación y diagnóstico, se presentó las medidas del tanque de aireación y clarificador actuales; el volumen presentado en la Tabla 12, con un

valor de 36,4 m³, no es satisfactorio para el sistema propuesto de aireación extendida, el cual requiere de un volumen de 78,9 m³. Considerando que el clarificador existente no cumple con las medidas mínimas para un sistema de lodos activados (Tabla 13). Se propone demoler el muro que separa estos tanques obteniendo así un reactor con las medidas descritas en la Tabla 20.

Tabla 20

Dimensiones propuestas para el tanque de aireación

PÁRAMETRO	CANTIDAD	UNIDAD
Longitud	7,85	m
Ancho	3,65	m
Profundidad	2,8	m
Volumen útil	80,22	m³

Nota Elaboración propia (2024)

Tabla 21

Relaciones del tanque aireación propuesto comparado con las indicaciones de la norma

PARÁMETRO	Tanque de aireación propuesto	Consideración de la Norma	Verificación
Longitud:ancho	2:1	2:1	CUMPLE
Profundidad	2,75	2,5-3 m	CUMPLE

Nota: Las consideraciones de la norma se recuperaron de (INEN, 1992)

3.1.2.4 Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad (3.3)$$

Donde:

TRH= Tiempo de retención hidráulico [d]

V= Volumen útil del reactor [m³]

Q= Caudal del afluente [m³/d]

Reemplazando los valores en la ecuación (3.3):

$$TRH = \frac{80,22[m^3]}{75,14 \left[\frac{m^3}{d} \right]}$$

$$TRH = 1,07 \text{ día} = 26 \text{ h}$$

3.1.2.5 Necesidades de oxígeno. Para el cálculo del Requerimiento Real del Oxígeno (AOR) se utiliza la ecuación (3.4):

$$AOR = a' * Q(S_o - S) * \frac{1}{10^3} + b' * V * X \quad (3.4)$$

Donde:

a'= Coeficiente de respiración para síntesis. De acuerdo con la carga másica Tabla 22 Tabla 22 (0,652).

Q= Caudal del afluente [m³/d]

So= Concentración de DBO₅ en afluente [mg/l]

S= Concentración de DBO₅ en efluente [mg/l]

b'= Coeficiente de respiración endógena. De acuerdo con la carga másica Tabla 22 (0,066).

V= Volumen útil del reactor [m³]

X= Concentración de SSVLM [kg/m³]

Tabla 22*Valores de a' y b' en función de la carga másica*

CARGA MÁSCICA	a'	b'
1	0,5	0,136
0,7	0,5	0,131
0,5	0,5	0,123
0,4	0,53	0,117
0,3	0,555	0,108
0,2	0,59	0,091
0,1	0,652	0,066
0,05	0,66	0,04

Nota: Datos recuperados de (WTE, 2008)

Reemplazando los valores en la ecuación (3.4):

$$AOR = 0,652 * 75,14 \left[\frac{m^3}{d} \right] \left(189 \left[\frac{mg}{l} \right] - 25 \left[\frac{mg}{l} \right] \right) * \frac{1}{10^3} + 0,066 * 80,22 [m^3] * 0,18 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$AOR = 9,23 \left[\frac{kgO_2}{d} \right]$$

3.1.2.6 Tasa estándar de transferencia de oxígeno (SOTR).

$$AOR = \frac{1}{C_{\infty 20}^*} * [\alpha * SOTR * \theta^{T-20}] * (\tau \beta \Omega C_{\infty 20}^* - C) \quad (3.5)$$

Donde:

SOTR = Tasa de transferencia de oxígeno estándar [kgO2/d] (WTE, 2008)

AOR = Requerimiento Real del Oxígeno [kgO2/d]

 $C_{\infty 20}^*$ = Valor de saturación del oxígeno disuelto al nivel del mar a 20°C [mg/l] α = Factor que depende del tipo de dispositivo eyector de aire (0,65)

θ = Factor de corrección del coeficiente de transferencia de masa para el cambio de temperatura (1,024)

T = Temperatura del agua residual [C]

τ = Factor de corrección de temperatura para la saturación del oxígeno

β = Saturación del oxígeno reducido por la salinidad del agua (0,95 – 0,98)

Ω = Factor de corrección de la presión

C = Concentración de oxígeno disuelto en el tanque de aireación [mg/L]

Reemplazando los valores en la ecuación (3.5):

$$\frac{AOR}{SOTR} = \frac{1}{9,98 \left[\frac{mg}{l} \right]} [0,65 * 1,024^{25^{\circ}C - 20^{\circ}C}] \left(0,91 * 0,98 * 0,99 * 9,98 \left[\frac{mg}{l} \right] - 2,36 \left[\frac{mg}{l} \right] \right)$$

$$\frac{AOR}{SOTR} = 0,492$$

$$SOTR = \frac{AOR}{0,492}$$

$$SOTR = \frac{9,23 \left[\frac{kgO_2}{d} \right]}{0,486}$$

$$SOTR = 18,98 \left[\frac{kgO_2}{d} \right]$$

3.1.2.7 Caudal de aire teórico. Se calcula empleando la ecuación (3.6).

$$Q_{aireT} = \frac{AOR}{\delta a * \%O_2 * SOTE} \quad (3.6)$$

Donde:

QaireT= Caudal del aire teórico [m³/h]

AOR= Requerimiento Actual de Oxígeno [kgO₂/h]

δa = Densidad del aire (1,2)[kg/m³]

%O₂ = Porcentaje de oxígeno en el aire (0,2)

SOTE= Eficiencia de transferencia de oxígeno estándar (0,25)

Reemplazando los valores en la ecuación:

$$Q_{aireT} = \frac{0,38 \left[\frac{kg O_2}{h} \right]}{1,20 \left[\frac{kg}{m^3} \right] * 0,20 * 0,25}$$

$$Q_{aireT} = 6,41 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Para el cálculo del caudal de aire real se emplea la ecuación (3.7)

$$Q_{aireR} = \frac{Q_{aireT}}{KLa} \quad (3.7)$$

Donde:

QaireR= Caudal de aire real [m³/h]

QaireT= Caudal de aire teórico [m³/h]

KLa= Coeficiente de Transferencia de Oxígeno (0,306)

Reemplazando los valores en la ecuación:

$$Q_{aireR} = \frac{6,41 \left[\frac{m^3}{h} \right]}{0,306}$$

$$Q_{aireR} = 21,19 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Para la selección del difusor de burbuja fina se realizó una investigación del mercado y considerando los factores como tiempo de vida útil, caudal de diseño, precio y facilidad de adquisición se escogió el difusor de burbuja fina GNBQ-270 de la empresa GNGEP con un

diámetro de 270 mm, un diámetro de membrana de 9 pulgadas m^3/h , tiene un tamaño de burbuja de 1-2 mm, además de un rango de flujo de 1-8 m^3/h y un tiempo de servicio mayor a 5 años si reciben un mantenimiento adecuado.

3.1.2.6 Cálculo del número de difusores.

$$n^{\circ} \text{ difusores} = \frac{Q_{aireR}}{\text{capacidad de difusor}} \quad (3.8)$$

Donde:

$n^{\circ} \text{ difusores}$ = número de difusores

Q_{aireR} = Cauda de aire real [m^3/h]

Capacidad de difusor = obtenido del rango de flujo de la ficha técnica (1,5 m^3/h)

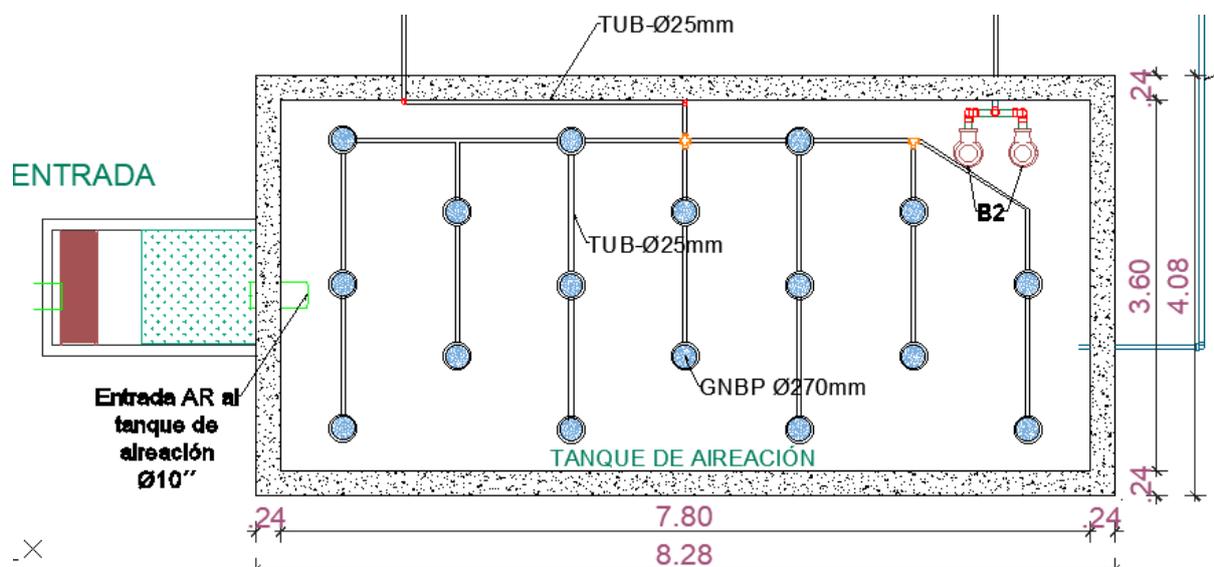
Reemplazando los valores en la ecuación (3.8):

$$n^{\circ} \text{ difusores} = \frac{21,19 \left[\frac{m^3}{h} \right]}{1,5 \left[\frac{m^3}{h} \right]} = 15 \text{ difusores}$$

Los difusores se colocarán en una distribución de 3 bolillo, aprovechando el área de influencia de cada uno de 1 m^2 , además para una distribución uniforme que cubra las esquinas del tanque se emplearán 17 difusores de aire. Al tratarse de un rediseño se aprovechará lo existente, equipos como bombas y compresores son requeridos en el sistema de aireación propuesto. También, se empleará el sistema de bombas sumergibles que envían el agua al tanque DAF (B2), por lo tanto, en esa zona no se colocaran aireadores (Figura 26).

Figura 26

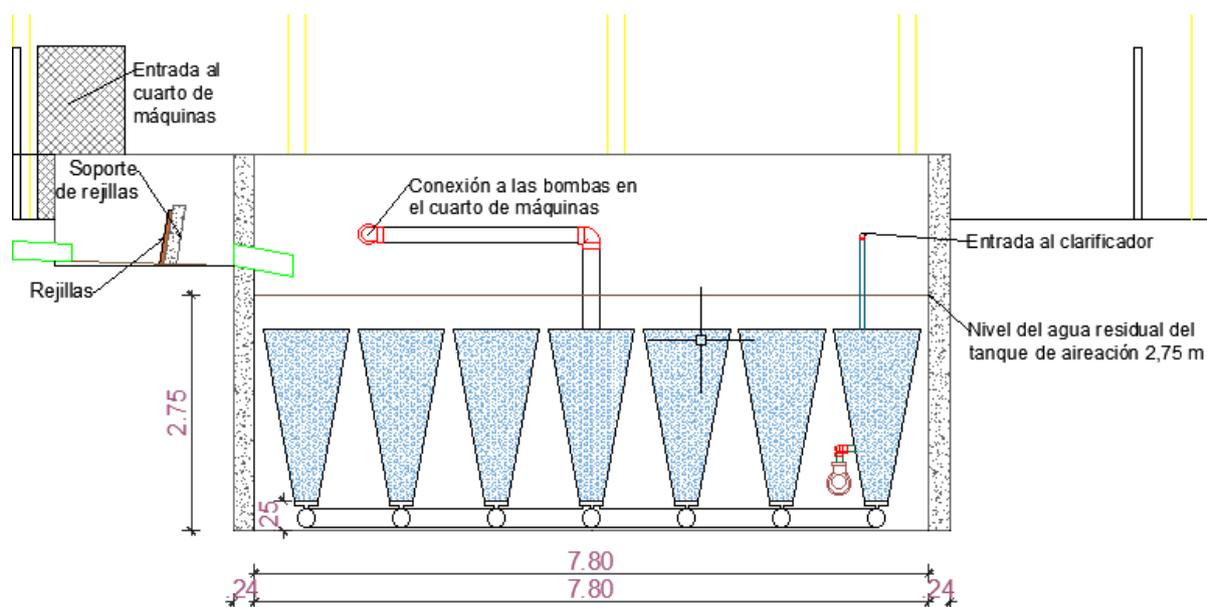
Vista en planta del tanque de aireación y distribución de difusores



Nota. Elaboración propia (2024)

Figura 27

Corte del tanque de aireación



Nota: Elaboración propia (2024)

Se requiere de un blower o soplador capaz de suministrar aire al sistema, se selección el blower regenerativo GB de THOMPSON, el proceso de encendido de los equipos es automatizado agregando un sensor de oxígeno de disuelto que envíe la señal para que las bombas y compresor se enciendan si el nivel de oxígeno disuelto es menor a 0.5 mg/L.

3.1.2.7 Caudal de recirculación.

$$Q(X_0) + Q_r(Q_r) = (Q + Q_r)(X) \quad (3.9)$$

Donde:

Q = Caudal del afluente, [m^3/d]

Q_r = Caudal recirculado [m^3/d]

X_0 = Concentración de SST en el afluente [mg/L]

X_r = Concentración de SST en la línea de recirculación [mg/L]. Se asume 10000 [mg/L]

X = SSLM en el reactor [mg/L]

De la ecuación (3.9) se despeja la relación de recirculación Q_r/Q (α) (ecuación (3.10)(3.10)), esta relación en porcentaje indica el porcentaje de recirculación y mediante ese valor se obtiene el caudal de recirculación.

$$\alpha = \frac{Q_r}{Q} = \frac{X}{(X_r - X)} \quad (3.10)$$

$$\alpha = \frac{Q_r}{Q} = \frac{4500 \left[\frac{mg}{L} \right]}{(10000 \left[\frac{mg}{L} \right] - 4500 \left[\frac{mg}{L} \right])} = 0,82$$

$$Q_r = 0,82 * 75,14 \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

$$Q_r = 61,47 \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

3.1.2.8 Caudal de purga.

$$Q_w = \frac{V_{req}X - Q_e X_e \theta_c}{X_r \theta_c} \quad (3.11)$$

Donde:

Q_w = Caudal de purga [m^3 /d]

V_{req} = Volumen requerido del reactor [m^3]

X = SSLM en el reactor [mg/L]

X_r = Concentración de SST en la línea de recirculación [mg/L]

Q_e = Caudal del efluente [m^3 /d]

X_e = Concentración de SST en el efluente [mg/L]

θ_c = Tiempo de retención celular, [d]. Recuperado de la Tabla 19

Reemplazando los valores en la ecuación (3.11):

$$Q_w = \frac{80,22[m^3] * 4500 \left[\frac{mg}{L} \right] - 55,57 \left[\frac{m^3}{d} \right] * 120 \left[\frac{mg}{L} \right] * 20[d]}{10000 \left[\frac{mg}{L} \right] * 20[d]}$$

$$Q_w = 1,14 \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

3.1.2.9 Lodos para recircular y purgar.

$$X_r = X * Q_r * Fc \quad (3.12)$$

$$X_w = X * Q_w * Fc \quad (3.13)$$

Donde:

X_r = Cantidad de lodos a recircular [kg/d]

X_w = Cantidad de lodos a purgar [kg/d]

X = Concentración de SST en la línea de recirculación [mg/L]

Q_r = Caudal de recirculación [L/d]

Q_w = Caudal de purga [L/d]

F_c = Factor de conversión

$$X_r = 10000 \left[\frac{mg}{L} \right] * 61478,42 \left[\frac{L}{d} \right] * 1 \times 10^{-6} \left[\frac{kg}{mg} \right] = 614,78 \left[\frac{kg}{d} \right]$$

$$X_w = 10000 \left[\frac{mg}{L} \right] * 0,0003 \left[\frac{L}{d} \right] * 1 \times 10^{-6} \left[\frac{kg}{mg} \right] = 11,38 \left[\frac{kg}{d} \right]$$

3.1.2.10 Eficiencia de la planta.

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100 \quad (3.14)$$

Donde:

E = Eficiencia, %

S_0 = Concentración inicial de DBO₅, mg/L

S = Concentración final de DBO₅, mg/L

$$E = \frac{189 \left[\frac{mg}{L} \right] - 20 \left[\frac{mg}{L} \right]}{189 \left[\frac{mg}{L} \right]} * 100 = 89\%$$

Tabla 23

Porcentajes de eficiencia de remoción de contaminantes

EFICIENCIA DE REMOCIÓN			
Parámetros	Concentración Inicial	Concentración Final	%Eficiencia
DBO	189	20	89%
DQO	401	80	80%
SST	125	80	36%

Nota: Elaboración propia (2024)

3.1.3 Diseño clarificador

De acuerdo con el método de lodos activados es necesario la implementación de un clarificador. En este caso, se recomienda que el DAF actual se utilice como un clarificador. Los resultados de laboratorio (Tabla 9) mostraron que el tipo de proceso que requiere el afluente de la planta debido a su biodegradabilidad es biológico, por lo que, el uso de productos químicos como floculantes y coagulantes no son requeridos en este rediseño, y se sustituirá el sistema de serpentinas por una conexión directa al tanque DAF.

3.1.3.1 Carga de sólidos en el tanque de sedimentación secundaria

$$V_i = V_{max} * e^{(-k*10^{-6}*X)} \quad (3.15)$$

Donde:

V_i = Velocidad de sedimentación [m/h]

V_{max} = Velocidad máxima de sedimentación de la interfase, (2,5 m/h)

K = Constante, en general 500 [mg/l]

X = SSLM en el reactor [mg/L]

$$V_i = 2,5 \left[\frac{m}{h} \right] * e^{(-500*10^{-6}*4500 \left[\frac{mg}{L} \right])}$$

$$V_i = 0,26 \left[\frac{m}{h} \right]$$

3.1.3.3 Área transversal disponible del tanque DAF

$$A_{DAF} = a_{DAF} * L_{DAF} \quad (3.16)$$

Donde:

A_{DAF} = Área superficial disponible del taque DAF [m^2]

a_{DAF} = Ancho del DAF [m]

L_{DAF} =Longitud del DAF [m]

$$A_{DAF} = 1,25[m] * 4,10[m]$$

$$A_{DAF} = 5,125 [m^2]$$

3.1.3.2 Tasa de carga superficial

$$CS_{diseño} = \frac{Q}{A * FS} \quad (3.17)$$

Donde:

$CS_{diseño}$ = Carga superficial [$m^3/m^2 * d$]

Q = Caudal que entra al clarificador [m^3/d]

A = Área superficial del tanque DAF m^2

FS = Factor de seguridad, en general de 1,75 a 2,5

$$CS_{diseño} = \frac{136,62 \left[\frac{m^3}{d} \right]}{5,125 * 2}$$

$$CS_{diseño} = 13,3 \left[\frac{m^3}{m^2 * d} \right]$$

3.1.3.4 Carga de sólidos en el tanque de sedimentación secundaria

$$SLR = \frac{(1 + \alpha) * Q * X}{24 * A_{req}} \quad (3.18)$$

Donde:

α = Relación de recirculación

Q = Caudal del afluente [m^3/d]

X= SSLM en el reactor [mg/L]

Areq=Área transversal requerida para clarificador secundario [m²]

$$SLR = \frac{(1 + 0,82) * 75,14 \left[\frac{m^3}{d} \right] * 4500 \left[\frac{mg}{L} \right]}{24 * 1000 * 5,125 [m^2]}$$

$$SLR = 4,99 \left[\frac{kgSST}{m^2 * h} \right]$$

3.1.4 Rediseño lecho de secado

De acuerdo con la sección 2.7 los lechos de secado cumplen con las dimensiones mínimas requeridas. Los cálculos detallados a continuación verifican si las medidas son capaces de recibir el caudal en purga del clarificador.

3.1.4.1 Carga de sólidos en el lodo

$$M_S = P * PPC_{SST} \quad (3.19)$$

Donde:

M_S = carga de sólidos en el lodo [kg SST/d]

P= Población proyectada al periodo de diseño [hab]

PPC_{SST} = Producción per cápita de sólidos suspendidos totales, va de 6-12 [g SST/hab*d]. se asume (10 g SST/hab*d)

Reemplazando los valores:

$$M_S = 5250 [hab] * 10 \left[\frac{g SST}{hab * d} \right]$$

$$M_S = 5250 \left[\frac{g SST}{d} \right] = 52.5 \left[\frac{kg SST}{d} \right]$$

3.1.4.2 Tiempo de ciclo operacional

$$T = T_d + T_c \quad (3.20)$$

Donde:

T= Tiempo del ciclo operacional [d]

Td= Tiempo de secado [d]

Tc= Tiempo de limpieza [d]

$$T = 7[d] + 1[d]$$

$$T = 8[d]$$

3.1.4.3 Volumen de lodos deshidratados por ciclo

$$V_S = Q_w * T \quad (3.21)$$

Donde:

Q_w = Caudal en la línea de purga [m^3/d]

T= Tiempo del ciclo operaciones [d]

Reemplazando:

$$V_S = 1,14 \left[\frac{m^3}{d} \right] * 8[d]$$

$$V_S = 9,12[m^3/ciclo]$$

3.1.4.4 Área superficial requerida de lecho secado

$$A = \frac{M_S * T}{SLR} \quad (3.22)$$

Donde:

A= Área superficial requerida de lecho de secado [m^2]

M_S = carga de sólidos en el lodo [kg SST/d]

T= Tiempo del ciclo de operaciones [d]

SLR= Carga de sólidos [kg SST/m²*d]

$$A = \frac{52.5 \left[\frac{\text{kg SST}}{\text{d}} \right] * 8[\text{d}]}{119,95 \left[\frac{\text{kg SST}}{\text{m}^2 \text{d}} \right]}$$

$$A = 3,50[\text{m}^2]$$

Tal como se indicó en la sección 2.7, la planta de Admisiones posee dos lechos de secado con dimensiones de 5,70 m de ancho por 4,50 m de longitud, con un área de fondo de 25,65 m². De acuerdo con los cálculos realizados el área requerida de fondo es de 3,5 m² para un tiempo operacional de 8 días donde 7 días se utilizarán para el secado y un día para la remoción, por tanto, no se requiere de modificaciones en sus dimensiones.

Como el área de fondo requerido por el diseño es la mitad del área de fondo disponible se podría utilizar el segundo lecho de secado para el almacenamiento de los lodos secos. De acuerdo con la revisión de Literatura, las características de estos lodos permiten su reutilización como material fertilizante para las áreas verdes aledañas (Sánchez et al., 2020).

En el Anexo B, se encuentran los planos de detalle del rediseño de la PDAR de Admisiones ESPOL.

3.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas del proyecto describen las actividades requeridas para desarrollar el proceso de aireación extendida, se redimensiona el tanque de aireación ya que

se unifica con el clarificador existente. Se empleará el DAF actual como clarificador. El desglose de las especificaciones técnicas de las actividades a realizar se describe en el Anexo A.

Capítulo 4

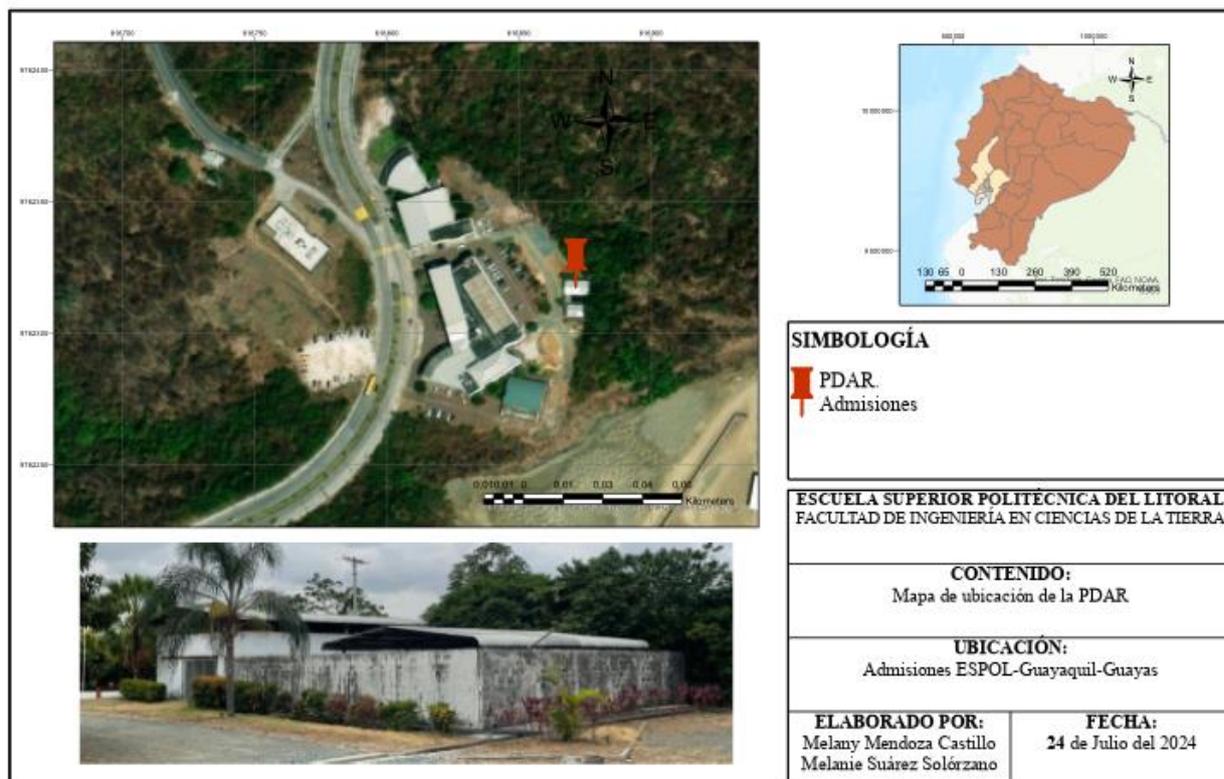
ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El alcance del análisis ambiental se centra en evaluar los posibles efectos ambientales provocados por la implementación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales (PDAR), en Admisiones ESPOL, (**Figura 28**). Esto supone un análisis a profundidad de los ecosistemas circundantes, la calidad del agua que sale de la planta y las distintas poblaciones, abordando la identificación de los posibles impactos negativos causados por el proceso de depuración.

Figura 28

Mapa de ubicación



Nota. Elaboración propia (2024)

Según (Protected Planet, 2024) la zona de estudio no es un área protegida de tipo terrestre ni de aguas continentales (**Figura 29**).

Figura 29

Mapa de ubicación que indica las zonas protegidas



Nota: Recuperado de (Protected Planet, 2024)

De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), este proyecto está vinculado con el ODS 6 (Agua limpia y Saneamiento) y el ODS 11 (Ciudades y comunidades Sostenibles), debido a que está orientado en preservar la calidad del agua local al depurarla y al balance ecológico.

4.2 Línea base ambiental

La línea base establece el punto de partida o situación inicial del escenario, al que se desea mantener el seguimiento (López Torres et al., 2022). Por lo que se detalla a continuación la recopilación de las características actuales de la zona de estudio del proyecto de acuerdo con el medio biofísico y el medio socioeconómico.

4.2.1 Medio biofísico

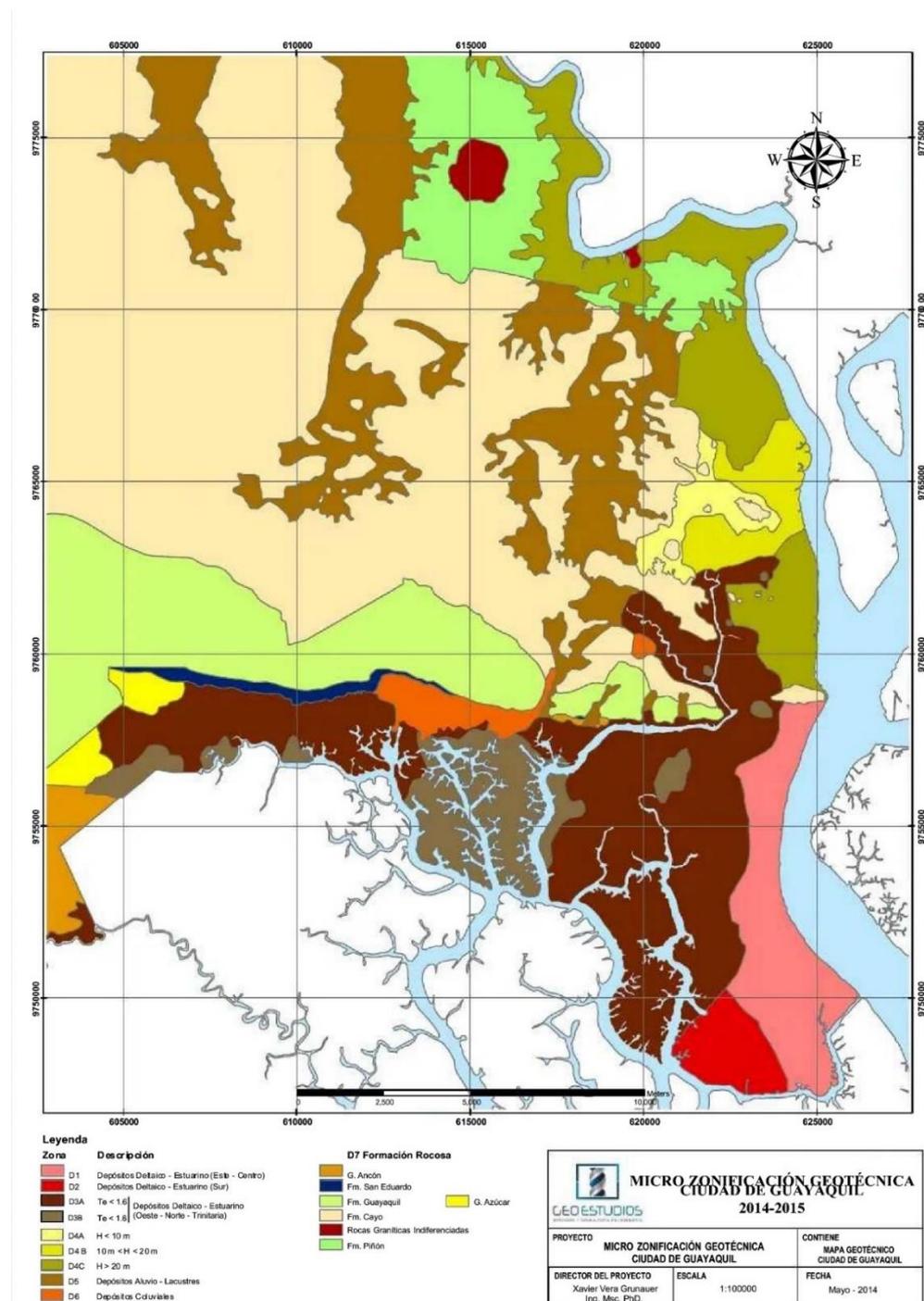
4.2.1.1 Clima. El clima en la provincia Guayas, se caracteriza por tener inviernos lluviosos y veranos relativamente secos, posee una temperatura media entre los 27° y 30°C, humedad entre 70% y 75%, velocidad de ventilación entre 2.2 m/seg. y 4.5m/seg. Y altos índices de radiación entre 13,7mj/m² y 15.2mj/m² (Castillo Quimis et al., 2019).

4.2.1.2 Suelo. En Guayaquil hasta aproximadamente 35 m de profundidad se tienen suelos suaves; constituidos por capas de suelo arcilloso, limoso, de arenisca o de origen volcánico; ya que la urbe está rodeada de humedales como la isla Santay, manglares “Don Goyo” y el río guayas (Mantilla, 2023). En ocasiones, para cimentar estructuras en estos suelos, puede llegar a ser necesario un mejoramiento de suelo, acompañado de la construcción de una cimentación estable, siempre tomando en cuenta que la técnica de mejoramiento se ajuste a las condiciones de sitio (Bravo, 2016).

Acorde a las características de los depósitos deltaico-estuarinos y aluviales, la mayoría de los suelos de Guayaquil y sectores adyacentes en general, corresponden a perfiles tipo E y F, si se considera la nomenclatura propuesta por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) (Paredes, 2020). En la **Figura 30** se detalla el mapa de la microzonificación geotécnica de la ciudad de Guayaquil.

Figura 30

Mapa de zonificación geotécnica



Nota: Recuperado de (Vera Grunauer, 2013)

4.2.1.3 Agua. Un brazo de mar recorre la ciudad desde el sur, se extiende más de 50 km. presentando ramificaciones, siendo las más próximas a Guayaquil el Estero Cobina, el Estero del Muerto, el Estero Santa Ana y el Estero Salado (PINO et al., 2020). El Estero Salado es uno de los cuerpos de agua más contaminados de toda la costa ecuatoriana, principalmente por la descarga indiscriminada de desechos sólidos por parte de industrias y familias alrededor de sus riberas, siendo las de tipo doméstico, las que en la actualidad presentan mayor grado de afectación (Pino et al., 2021).

El colapso del servicio de alcantarillado y aguas residuales es un asunto que se repite continuamente en algunos sectores Guayaquil en estos últimos años. Debido al mal mantenimiento que da la empresa EMAPAG, ocasionando que se filtren estos líquidos desagradables en las calles, así afectando el paso de los habitantes, al punto de provocar diferentes tipos de enfermedades en estos, desde una gripe hasta una neumonía, por la cantidad de bacterias que se inhalan (Moreira et al., 2020).

4.2.1.1 Olor. El olor es el resultado de la descomposición de la materia orgánica producido por los microorganismos, A mayor temperatura más fuerte el olor, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno (huevo podrido) indica una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua residual (Allauca Melena, 2024). La PDAR ubicada en Admisiones ESPOL, emite fuertes olores sépticos.

4.2.1.5 Fauna. La fauna acuática del Estero Salado, sector norte de la ciudad de Guayaquil, está en desaparición, debido a los resultados de análisis de laboratorio, cuyos parámetros de calidad químicos y microbiológicos se encuentran por encima de las normas establecidas, para confirmar dichos resultados se la comparó con el acuerdo 097 4 de noviembre 2015, Libro VI, anexo 1 del Ministerio del Ambiente (Barros Salazar, 2021).

4.2.2 Medio socioeconómico

4.2.2.1 Población Futura. Se proyecta la población considerando un periodo de 15 años, como se tienen distintos departamentos que aportan a la planta, se analizó el comportamiento individual de cada uno para su proyección. En la Tabla 24 se resume la población futura en el 2039, siendo un total de 5250 habitantes.

Tabla 24

Población Futura PDAR Admisiones

POBLACIÓN FUTURA, AÑO 2039	
Estudiantes de admisiones	4942
Personal administrativo de admisiones	83
Estudiantes Duale Schule	181
Personal Administrativo del Duale Schule	15
CISE	17
CEC	12
TOTAL	5250

Nota: Elaboración propia (2024)

4.3 Actividades del proyecto

El rediseño tiene como finalidad optimizar los procesos y operaciones unitarias realizados en la depuración del agua. La Tabla 25 detalla las acciones que podrían llegar a causar impacto ambiental.

Tabla 25*Actividades susceptibles a causar impactos ambientales*

A)	Construcción
1.	Movimiento de tierras 1.1 Generación de residuos de construcción 1.2 Emisiones de material particulado 1.3 Emisiones de ruido 1.4 Riesgo de contaminación del suelo
2.	Transporte y almacenamiento de materiales 2.1 Emisiones de gases de efecto invernadero producto del transporte 2.2 Riesgo de derrame de sustancias peligrosas durante el almacenamiento
3.	Instalación de equipos y tuberías 3.1 Consumo de recursos naturales 3.2 Generación de residuos peligrosos
B)	Operación y Mantenimiento
4.	Operación de equipos 4.1 Consumo de energía eléctrica 4.2 Generación de ruido 4.3 Emisiones atmosféricas
5.	Mantenimiento de equipos 5.1 Generación de residuos peligrosos 5.2 Riesgo de vertido de aguas residuales
6.	Gestión de lodos 6.1 Disposición final de lodos 6.2 Emisiones de olores
7.	Manejo de productos químicos 7.1 Riesgo de derrames 7.2 Exposición del personal a los productos

Nota: Elaboración propia (2024)

4.4 Identificación de impactos ambientales

4.4.1 Construcción

4.4.1.1 Movimiento de tierras. Conlleva las siguientes actividades:

- a) **Generación de residuos de construcción:** Las actividades como excavación, nivelación y remoción de suelo provocan una alta cantidad de residuos sólidos, como tierra, rocas y escombros que deben tener una correcta gestión y disposición final.
- b) **Emisión de material particulado:** Los procesos de construcción, demolición, movimientos de tierra y excavación generan emisiones de polvo y partículas finas afectando la calidad del aire en el entorno donde se realiza el proyecto.
- c) **Emisiones de ruido:** La operación de maquinaria pesada y equipos de construcción producen elevados niveles de ruido causando molestias y afectando a las comunidades aledañas.
- d) **Riesgo de contaminación del suelo:** Durante las fases de construcción se pueden presentar derrames accidentales de combustibles, aceites, lubricantes u otras sustancias peligrosas empleadas por la maquinaria contaminando el suelo y las aguas subterráneas.

4.4.1.2 Transporte y almacenamiento de materiales: Conlleva las siguientes actividades:

- a) **Emisiones de gases de efecto invernadero producto del transporte:** En algunos proyectos se requiere transportar material, equipos y personal hacia y desde el sitio de construcción genera emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente por el uso de combustibles fósiles.
- b) **Riesgo de derrame de sustancias peligrosas durante el almacenamiento:** El incorrecto almacenamiento y transporte de sustancias químicas, combustibles y otros materiales peligrosos puede contaminar el suelo, aguas y aire.

4.4.1.3 Instalación de equipos y tuberías. Conlleva las siguientes actividades:

- a) **Consumo de recursos naturales:** Durante la instalación de tuberías y equipos se suele emplear recursos naturales como agua, materias primas y energía.
- b) **Generación de residuos peligrosos:** Cuando se instalan equipos y tuberías, se requiere el uso de aceites, solventes o pinturas que requieren una gestión especial, debido a que estos materiales tienen un grado de toxicidad que además de afectar a las personas que los emplean pueden producir contaminación al suelo por derrames o desperdicios.

4.4.2 Operación y Mantenimiento

4.4.2.1 Operación de equipos. Conlleva lo siguiente:

- a) **Consumo de energía eléctrica:** Para la instalación y operación de los distintos equipos dentro de la PDAR, se requiere un consumo representativo de energía eléctrica, lo que conlleva un impacto ambiental relacionado a la generación de energía, independientemente de si proviene de fuentes renovables o no renovables.
- b) **Generación de ruido:** el funcionamiento de equipos como bombas, compresores y maquinaria durante la operación genera niveles de ruido que causan molestias a los trabajadores y a las comunidades cercanas, es importante utilizar el equipo de protección adecuado para los trabajadores y operadores que los proteja de la contaminación sonora.
- c) **Emisiones atmosféricas:** En función del tipo de equipos y procesos empleados en las distintas fases del proyecto se generan emisiones de contaminantes atmosféricos, como gases de combustión, partículas o vapores que afectan la calidad de aire.

4.4.2.2 Mantenimiento de equipos. Conlleva lo siguiente:

- a) **Generación de residuos peligrosos:** Las actividades de mantenimiento, como cambio de aceites, lubricantes, filtros o reparaciones, de los distintos equipos como bombas, compresores y motores, pueden generar residuos peligrosos como el aceite quemado que deben ser gestionados adecuadamente, para evitar la contaminación.
- b) **Riesgo de vertido de aguas residuales:** Durante el mantenimiento, se generan aguas residuales contaminadas con sustancias químicas, aceites o detergentes, deben ser tratadas antes de su disposición final para que la carga contaminante presente este dentro de los límites permisibles de acuerdo con la normativa vigente.

4.4.2.3 Gestión de lodos. Conlleva lo siguiente:

- a) **Disposición final de lodos:** En los procesos de depuración de aguas residuales además de la limpieza y mantenimiento de equipos pueden generar lodos que debe ser dispuestos de manera adecuada y segura.
- b) **Emisiones de olores:** La descomposición o manejo inadecuado de los lodos generan emisiones de olores desagradables y gases tóxicos afectando las áreas cercanas a la PDAR como los descritos en la Tabla 26.

Tabla 26

Gases generados en la descomposición de lodos

NOMBRE	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	Gas incoloro, inflamable y altamente tóxico
Metano	CH ₄	Gas incoloro, inodoro e inflamable, contribuye al calentamiento global

Dióxido de carbono	CO ₂	Gas incoloro, inodoro y no tóxico, en altas concentraciones desplaza el oxígeno, provocando asfixia
Amoniaco	NH ₃	Gas incoloro con un olor fuerte.
Monóxido de carbono	CO	Gas incoloro, inodoro y tóxico.

Nota. Elaboración propia (2024)

4.4.2.4 Manejo de productos químicos. Conlleva lo siguiente:

- a) **Riesgo de derrames:** El almacenamiento, manipulación y uso de productos químicos que se emplean en los diferentes procesos de depuración de la planta, como lubricantes y aceites para maquinarias puede contaminar el suelo agua sin son derramados, por otro lado, floculantes y coagulantes utilizados en procesos de separación de sólidos del agua residual afectan el pH del agua cuando no tienen una dosificación adecuada.
- b) **Exposición del personal a los productos:** El personal encargado de la PDAR, trabaja y manipula productos químicos que puede afectar su salud y seguridad si son expuestos durante un tiempo prolongado sin las medidas y equipos de protección necesario.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Los impactos ambientales mencionados en el apartado anterior serán valorados a través de la matriz de Leopold, el cual es brinda una forma de jerarquizar y resumir los distintos impactos ambientales provocados por la construcción, operación y mantenimiento de obras civiles, haciendo hincapié en aquellos que tienen gran magnitud. Cada uno de los parámetros se califican por una escala de valoración cualitativa.

De acuerdo con (Boris, 2020), en la matriz de Leopold, evalúa la importancia de impacto ambiental a través de criterios como; extensión, indica el área de influencia del impacto

ambiental, se encuentra relacionado con el entorno en donde se desarrolla el proyecto, se divide en distintos aspectos que están relacionados con la calificación como: puntual, particular, local, generalizada y regional.

Otro criterio es la duración; es la cantidad de tiempo que persiste la afectación ambiental, se clasifica en esporádica, temporal, periódica, recurrente y permanente. Y la reversibilidad; denota la posibilidad de regresar a las condiciones iniciales previo a que se produzca el impacto ambiental.

De acuerdo con (Boris, 2020) para estimar la importancia se emplea la ecuación (4.1)

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R \quad (4.1)$$

Donde:

Imp= Valor de importancia del impacto ambiental

E= Criterio de extensión

We= Peso del criterio de extensión

D= Criterio de duración

Wd= Peso del criterio de duración

R= Criterio de reversibilidad

Wr= Peso del criterio de reversibilidad

En la Tabla 27, se muestran los pesos para cada uno de los criterios de evaluación donde la sumatoria de estos debe ser igual a 1.

Tabla 27*Ponderación de pesos para la evaluación de acciones*

CARACTERÍSTICA	PESO
Extensión	0,4
Duración	0,35
Reversibilidad	0,25
Total	1

Nota. Elaboración propia (2024)

La matriz de valoración cualitativa de Leopold se estima mediante la ecuación (4.2).

$$IA = \pm\sqrt{I \times |M|} \quad (4.2)$$

Donde:

IA= Valor de impacto ambiental

I= impacto generado

M= Magnitud del impacto

La valoración del impacto ambiental se categoriza a través de su repercusión como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28*Escala de valoración cualitativa*

CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL (IA)
Altamente significativo	$IA \leq -6.5$
Significativo	$-4.5 \geq IA \leq -6.5$
Despreciable	$0 \geq IA \leq -4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Nota: Datos tomados de Boris (2020)

Se asignaron los valores de impacto y magnitud en un rango de 1 a 10, además si la magnitud lleva un signo si el impacto es negativo, este proceso se realizó para cada actividad del proyecto (Tabla 29), para luego obtener la valoración final en la Tabla 30.

Tabla 29

Matriz de Leopold de impactos ambientales de la PDAR

2. CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES AL IMPACTO DE ACTIVIDADES		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																		
		CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO										
		MOVIMIENTO DE TIERRAS				TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES		INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y TUBERÍAS		OPERACIÓN DE EQUIPOS			MANTENIMIENTO DE EQUIPOS		GESTIÓN DE LODOS		MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS			
COMPONENTES		FACTORES AMBIENTALES		Generación de residuos de construcción	Emissiones de material particulado	Emissiones de ruido	Riesgo de contaminación del suelo	Emissiones de gases de efecto invernadero producto del transporte	Riesgo de derrame de sustancias peligrosas durante el almacenamiento	Consumo de recursos naturales	Generación de residuos peligrosos	Consumo de energía eléctrica	Generación de ruido	Emissiones atmosféricas	Generación de residuos peligrosos	Riesgo de vertido de aguas residuales	disposición final de lodos	Emissiones de olores	Riesgo de derrames	Exposición del personal a los productos
Medio Físico	Aire	-2,5	-5	-5	-7,5	-2,5	-7,5	-2,5	-2,5	-7,5	-2,5	-7,5	-5	-7,5	-10	-7,5	-10	-7,5	-7,5	-7,5
	Agua	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-7,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-10	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5
	Suelo	-5	-5	-5	-5	-1	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-1	-5	-5	-5	-5	-2,5	-5	-5
Medio Biótico	Flora	-2,5	-7,5	-5	-2,5	-5	-2,5	-5	-1	-2,5	-1	-1	-7,5	-5	-7,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5
	Fauna	-2,5	-7,5	-5	-2,5	-5	-2,5	-5	-1	-2,5	-1	-5	-7,5	-5	-7,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5
Medio Socio-Económico	Económico	-1	-1	-1	-2,5	-2,5	-2,5	-5	-2,5	-7,5	-1	-2,5	-2,5	-7,5	-5	-2,5	-2,5	-2,5	-5	-5
	Social	-1	-1	-5	-5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
	Población Act y Fut	-1	-2,5	-5	-5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	10	-5	-5	-5

Nota: Elaboración propia (2024)

Tabla 30

Valoración final- Fase constructiva, operación y mantenimiento

CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES AL IMPACTO DE ACTIVIDADES	COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								TOTAL	NÚMERO DE ACTIVIDADES	IA PROMEDIO	
			MOVIMIENTO DE TIERRAS				TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO		INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y TUBERÍAS		OPERACIÓN DE EQUIPOS			MANTENIMIENTO DE EQUIPOS		GESTIÓN DE LODOS		MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
			Generación de residuos de construcción	Emissiones de material particulado	Emission de Ruido	Riesgo de contaminación del suelo	Emissiones de gases de efecto invernadero producto del transporte	Riesgo de derrames de sustancias peligrosas durante el almacenamiento	Consumo de recursos natural	Generación de residuos peligrosos	Consumo de energía eléctrica	Generación de ruido	Emissiones atmosféricas	Generación de residuos peligrosos	Riesgo de vertido de aguas residuales	disposición final de lodos	Emissiones de olores	Riesgo de derrames				Exposición del personal a los productos
Medio Físico	Aire	-1,6	-3,5	-3,5	0,0	-6,1	-2,5	0,0	-2,5	0,0	0,0	-4,3	0,0	-2,2	-4,3	-5,0	-4,3	-4,3	-44,3	12,0	-3,69	
	Agua	-1,0	-1,6	0,0	0,0	-1,0	-1,6	-6,1	-2,5	0,0	0,0	0,0	-2,5	-5,0	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-31,3	12,0	-2,61	
	Suelo	-2,2	-2,2	0,0	-2,2	-1,0	-5,0	0,0	-2,2	0,0	0,0	-1,6	-3,5	-3,5	-3,5	-2,5	-3,5	0,0	-33,2	12,0	-2,76	
Medio Biótico	Flora	-1,6	-2,7	-2,2	-1,6	-5,0	-3,5	-1,0	-1,6	0,0	-1,6	-4,3	-3,5	-4,3	-2,5	-2,5	-2,5	0,0	-40,5	15,0	-2,70	
	Fauna	-1,6	-2,7	-2,2	-1,6	-5,0	-3,5	-1,0	-1,6	0,0	-3,5	-4,3	-3,5	-4,3	-2,5	-2,5	-2,5	0,0	-42,5	15,0	-2,83	
Medio Socio-Económico	Económico	-1,0	-1,0	-1,0	-1,6	-2,5	-1,6	-2,2	-1,6	-6,1	-1,6	-2,5	-4,3	-3,5	2,5	-2,5	-3,5	-3,5	-37,6	17,0	-2,21	
	Social	-1,0	-1,0	-2,2	-2,2	-2,5	-1,6	-1,6	-2,2	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	4,3	-3,5	-3,5	-3,5	-38,3	17,0	-2,25	
	Población Act y Fut	-1,0	-1,6	-2,2	-2,2	-3,5	-2,5	-1,6	-2,2	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	5,0	-3,5	-3,5	-3,5	-40,2	17,0	-2,36	
SUMA		-11,0	-16,4	-13,5	-11,5	-26,7	-21,8	-13,5	-16,5	-13,2	-13,8	-24,1	-24,5	-30,0	-3,5	-24,6	-26,0	-17,4	-307,9	117,0	-2,63	

Nota: Elaboración propia (2024)

4.6 Medidas de prevención/mitigación

En base a los factores que permiten el desarrollo de los impactos ambientales propuestos en el rediseño de la PDAR Admisiones, se presentan las medidas de prevención y mitigación, para las distintas actividades que se llevan a cabo en el proyecto.

4.6.1 Construcción

4.6.1.1 Aire. Para optimizar el tratamiento y aprovechamiento eficiente de los diversos residuos y desechos generados, se deben establecer sitios de depósito designados dentro del marco logístico para su manejo.

Para mitigar el levantamiento de polvo ocasionado por el tránsito de maquinaria pesada en los accesos a la planta depuradora, se debe implementar el riego periódico con agua.

4.6.1.2 Agua. Controlar el proceso de generación de residuos evitando que emisiones de polvo o escombros se depositen en los tanques, usando carpas que cubran los tanques durante el proceso.

4.6.1.3 Suelo. Formular e implementar prácticas de conservación apropiadas en las áreas circundantes a la planta depuradora. Los residuos generados durante el proceso de construcción deben ser depositados en vertederos autorizados para tal fin. Limpieza y gestión de residuos para el cierre de la obra.

4.6.1.4 Flora. Se debe reforestar otras zonas aledañas a la PDAR para así recuperar vegetación debido a las actividades constructivas.

4.6.1.5 Fauna. Dado que el área ya ha sido intervenida, no hay presencia de fauna abundante ni especies en peligro que puedan verse afectadas por esta actividad. Sin embargo, es necesario proponer acciones en caso de que haya alguna especie en peligro presente.

4.6.1.6 Social. Establecer señalización clara y letreros informativos para comunicar a los residentes de la comunidad, así como a todos los involucrados en la obra, como trabajadores y conductores de vehículos, que el área está restringida debido a trabajos de mantenimiento, mejora o construcción. Implementar charlas de capacitación en seguridad y salud ocupacional para los trabajadores, con el fin de que puedan identificar, evaluar y mitigar los riesgos potenciales asociados al proceso de construcción de la obra.

4.6.2 Operación y mantenimiento

4.6.2.1 Aire. Monitorear la calidad del aire realizando mediciones de las emisiones de forma regular para identificar y controlar posibles emisiones contaminantes

4.6.2.2 Suelo. Establecer medidas para el manejo de residuos sólidos para evitar su disposición en el suelo.

4.6.2.3 Agua y Flora. Realizar monitoreos que permitan controlar vertidos, detectando fugas no controladas de aguas residuales.

Garantizar la depuración del agua residual para que su carga contaminante se encuentre dentro de los límites permisibles conforme a las normativas vigentes.

Implementar un sistema de reutilización de aguas depuradas para irrigación de áreas verdes, lo cual disminuiría la demanda de agua potable.

4.6.2.4 Fauna. Garantizar que el agua depurada se encuentre dentro de los límites permisibles para que no afecte la salud y bienestar de la fauna.

4.6.2.5 Comunidad. Gestionar un espacio de comunicación con la comunidad donde se anuncie acerca de las operaciones y sus posibles impactos. Inspeccionar el impacto social mediante la evaluación de la percepción de la comunidad acerca de la planta, si es necesario ajustar sus prácticas

4.6.3 *Presupuesto referencial*

Para la implementación del proyecto, respecto al plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental se estima un costo de USD 8 064, 92 + IVA (Tabla 31).

Tabla 31

Presupuesto referencial para la ejecución del plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental.

PLAN DE LIMPIEZA, SEGURIDAD Y MANEJO AMBIENTAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cinta de advertencia y señalización	u	1,00	\$ 69,09	\$ 69,09
Letreros informativos	u	4,00	\$ 36,68	\$ 146,72
Control y monitoreo de ruido	u	2,00	\$ 70,83	\$ 141,66
Control y monitoreo de material particulado	u	2,00	\$ 447,60	\$ 895,20
Charlas de mediación con la comunidad	u	2,00	\$ 18,75	\$ 37,50
Charlas de seguridad y salud ocupacional	u	2,00	\$ 18,75	\$ 37,50
Plan de manejo de desechos	u	1,00	\$ 3.670,61	\$ 3.670,61
Plan de prevención y mitigación de impactos	u	1,00	\$ 2.737,72	\$ 2.737,72
Limpieza y cierre de obra	u	1,00	\$ 384,26	\$ 384,26
			SUBTOTAL (sin IVA):	\$ 8.120,26

4.6.4 Conclusiones

- a. En la construcción, operación y mantenimiento de la PDAR se realizan actividades que pueden generar impacto ambiental, sin embargo, es imperativo que se realicen para preservar el recurso del agua, y evitar que se descargue agua residual con alta contaminante lo cual es perjudicial.
- b. Empleando la Matriz de Leopold se realizó una valoración de impactos ambientales, la cual determinó que se tendrá un mayor impacto en el medio físico, el cual comprende aire, agua y suelo.
- c. Se identificaron los impactos ambientales que se pueden generar en el proyecto, estos no serán a gran escala ya que se trata de un rediseño, el medio ya se encuentra alterado.

4.6.5 Recomendaciones

- ✓ Se debe considerar el Manual de Operación y Mantenimiento de la planta para que opere de forma óptima, se debe procurar que este actualizado.
- ✓ Seguir las medidas prevención/mitigación ambiental ya que permiten contrarrestar el impacto ambiental que se puede generar en las actividades de construcción, operación y mantenimiento de la PDAR.

Capítulo 5

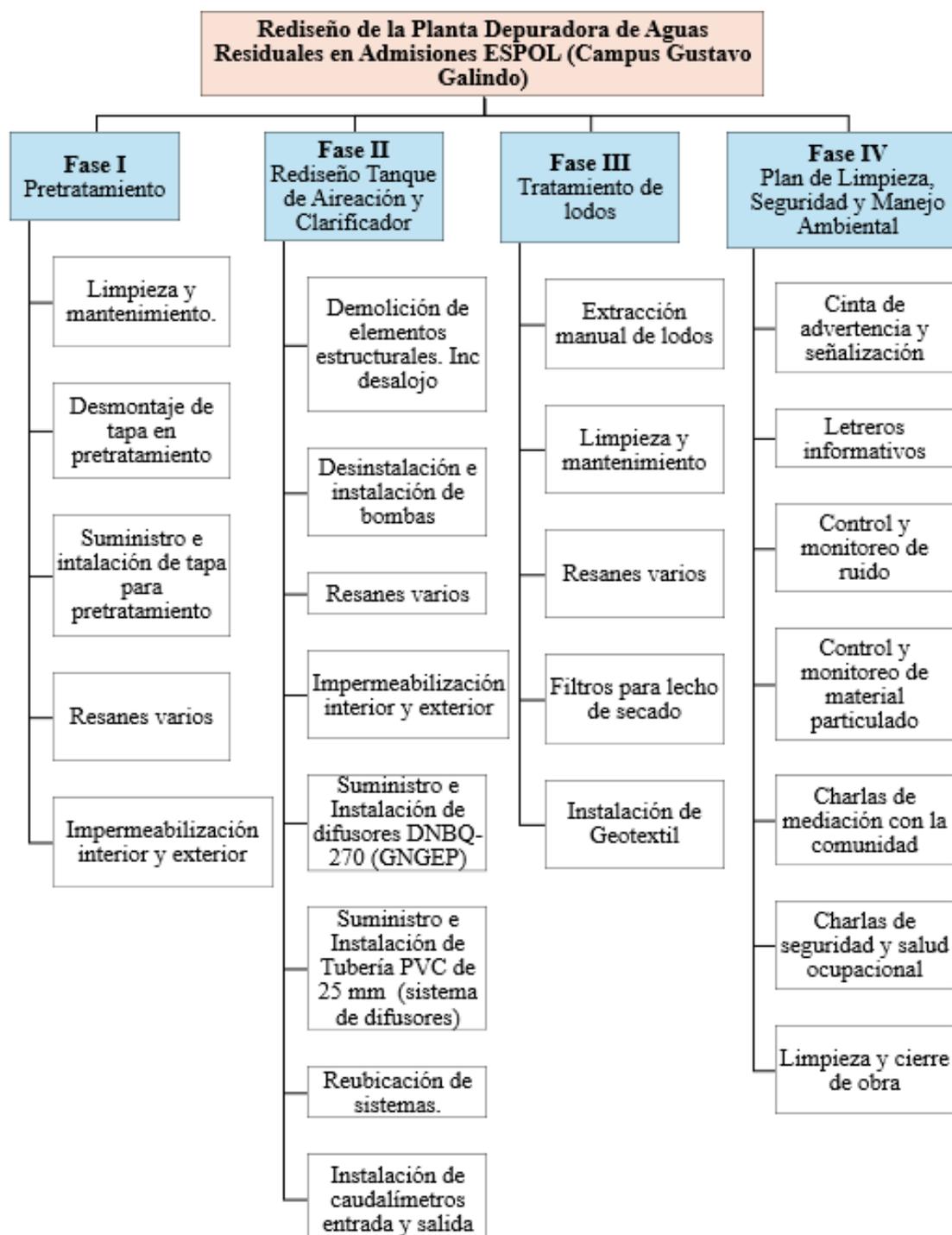
PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

La Figura 31 detalla los entregables del proyecto de acuerdo con las fases a ejecutarse: (i) pretratamiento, (ii) rediseño de tanque de aireación y clarificador, (iii) tratamiento de lodos de purga utilizando el lecho de secado y (iv) plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental. La cuarta fase se la desarrolla a lo largo de todo el trabajo, mientras se realizan las otras fases.

Figura 31

Estructura Desglosada de Trabajo para el rediseño de la PDAR de Admisiones ESPOL



Nota: Elaboración propia (2024)

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

Para el proyecto se consideran los siguientes rubros:

1. Limpieza y mantenimiento
2. Desmontaje de tapa en pretratamiento
3. Desinstalación e instalación de bombas sumergibles y centrífugas existentes
4. Demolición de elementos estructurales. Inc desalojo
5. Resanes varios
6. Suministro e instalación de tapa para pretratamiento
7. Suministro e Instalación de difusores modelo DNBQ-270 marca GNGEP
8. Suministro e instalación de Blower Regenerativo incluye sensor de oxígeno disuelto y accesorios.
9. Suministro e Instalación de Tubería PVC desagüe normal de 25 mm (Inc. Accesorios) sistema de difusores
10. Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62
11. Impermeabilización exterior con igol denso
12. Instalación de caudalímetros entrada y salida de la planta,
13. Reubicación de sistemas, incluye tuberías de conexión de bombas centrífugas a sistema de aireadores, sistema de tanque de aireación a equipo DAF, sistema de recirculación de lodos, sistema purga
14. Extracción manual de lodos
15. Filtros para lecho de secado
16. Instalación de Geotextil
17. Cinta de advertencia y señalización

18. Letreros informativos
19. Control y monitoreo de ruido
20. Control y monitoreo de material particulado
21. Charlas de mediación con la comunidad
22. Charlas de seguridad y salud ocupacional
23. Plan de manejo de desechos
24. Plan de prevención y mitigación de impactos
25. Limpieza y cierre de obra

En el análisis de precio unitario (APU) de cada rubro se consideraron los costos indirectos producto de la utilización de herramientas y equipo, mano de obra, materiales y transporte. Los costos indirectos se los representó como el 15%. En el Anexo B se detalla el APU y presupuesto referencial de la obra.

5.3 Descripción de cantidades de obra

La Tabla 32 muestra la cantidad requerida para cada rubro con su unidad de medición. El cálculo de las cantidades se obtuvo mediante los planos de la planta, se estimaron unidades (u), metros lineales (m), áreas (m^2), volúmenes (m^3) de acuerdo con el rubro a ejecutarse en el proyecto. Se considera a primera fase (pretratamiento), la segunda fase (tanque de aireación-clarificador), tercera fase (tratamiento de lodos) y cuarta fase (plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental).

Tabla 32*Cantidades de rubros a ejecutarse*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
FASE I PRETRATAMIENTO			
1	Limpieza y mantenimiento	m2	11,72
2	Desmontaje de tapa en pretratamiento	u	1,00
3	Suministro e instalación de tapa para pretratamiento	u	1,00
4	Resanes varios	m2	11,72
5	Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62	m2	7,44
6	Impermeabilización exterior con igol denso	m2	4,28
FASE II TANQUE DE AIREACIÓN - CLARIFICADOR			
7	Demolición de elementos estructurales. Incluye desalojo	m2	13,61
8	Desinstalación e instalación de bombas sumergibles existentes	u	2,00
9	Resanes varios	m2	66,02
10	Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62	m2	47,63
11	Impermeabilización exterior con igol denso	m2	18,40
12	Suministro e Instalación de difusores modelo DNBQ-270 marca GNGEP	u	17,00
13	Suministro e Instalación de Tubería PVC desagüe normal de 25 mm (Inc. Accesorios) sistema de aireadores	m	28,19
14	Reubicación de sistemas, incluye tuberías de conexión de bombas centrífugas a sistema de aireadores, sistema de tanque de aireación a equipo DAF, sistema de recirculación de lodos, sistema purga	u	1,00
15	Suministro e instalación de Blower Regenerativo con sensor de oxígeno disuelto y pH incluye accesorios	u	1,00

16	Instalación de caudalímetros entrada y salida de la planta	u	2,00
FASE III TRATAMIENTO DE LODOS UTILIZANDO EL LECHO DE SECADO			
17	Extracción manual de lodos	m3	41,04
18	Limpieza y mantenimiento	m2	58,23
19	Resanes varios	m2	11,72
20	Filtros para lecho de secado	m3	8,21
21	Instalación de Geotextil	m2	54,72
FASE IV PLAN DE LIMPIEZA, SEGURIDAD Y MANEJO AMBIENTAL			
22	Cinta de advertencia y señalización	u	1,00
23	Letreros informativos	u	4,00
24	Control y monitoreo de ruido	u	2,00
25	Control y monitoreo de material particulado	u	2,00
26	Charlas de mediación con la comunidad	u	2,00
27	Charlas de seguridad y salud ocupacional	u	2,00
28	Plan de manejo de desechos	u	1,00
29	Plan de prevención y mitigación de impactos	u	1,00
30	Limpieza y cierre de obra	u	1,00

Nota. Datos propios (2024)

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El costo total de construcción del proyecto (CAPEX), considerando las medidas de prevención y mitigación (plan de manejo ambiental) es de USD 20.804,68 + IVA. En el Anexo B se presenta detalladamente el desglose del costo total. El costo de operación y mantenimiento (OPEX), considerando el personal, materiales y equipo de protección personal (EPP) es de USD 478,76 + IVA mensual y USD 2.710,02 anual (Tabla 33).

Tabla 33*Costo de Operación y Mantenimiento de la PDAR*

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - PERSONAL					
Descripción	Unidad	Participación	P. Unit	P. Mensual	P. Anual
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario general	u	5,0%	\$ 777,18	\$ 777,18	\$ 466,31
Operador de planta	u	25,0%	\$ 533,05	\$ 133,26	\$ 1.599,15
Plomero	u	10,0%	\$ 478,11	\$ 47,81	\$ 573,73
SUBTOTAL (sin IVA):				\$ 1.100,46	\$ 13.205,48
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Mensual	Precio Anual
Manguera a presión	u	1,00	\$ 39,20	\$39,20	\$39,20
Espátula	u	2,00	\$ 2,00	\$ 4,00	\$ 4,00
Pala	u	1,00	\$ 12,99	\$ 12,99	\$ 12,99
Cepillo de alambre	u	1,00	\$ 1,76	\$ 1,76	\$ 1,76
Recoge hojas	u	1,00	\$ 17,99	\$ 17,99	\$ 17,99
Carretilla	u	1,00	\$ 64,99	\$ 64,99	\$ 64,99
Escoba	u	1,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00
Recipientes	u	6,00	\$ 0,75	\$ 54,00	\$ 54,00
Guantes	u	4,00	\$ 1,55	\$ 6,20	\$ 6,20
Mascarilla	u	3,00	\$ 16,99	\$ 50,97	\$ 50,97
SUBTOTAL (sin IVA):				\$ 254,10	\$ 254,10
TOTAL (sin IVA):				\$ 458,76	\$ 2.710,02

Nota: Elaboración propia (2024)

5.5 Cronograma de obra

El tiempo de ejecución del proyecto es de dos meses, el detalle del cronograma de obra se encuentra en el Anexo B.

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Se estimó la eficiencia del sistema depurador de flotación por aire disuelto de lodos activados de la planta de Admisiones ESPOL a través de la recopilación y análisis de la información disponible en sitio, más ensayos de laboratorio y medición de caudales, que permitieron identificar la carga contaminante y la eficiencia de las distintas operaciones y procesos unitarios.
 - a. La planta receipta el agua residual de 3191 habitantes. La caracterización indica valores de carga contaminante en la DBO_5 de 189 mg/L, DQO de 401 mg/L, y SST de 125 mg/L; se trata de un agua residual muy biodegradable, al presentar una relación DQO/ DBO_5 menor a 2. Se determinó una dotación de 58,1 L/hab/día
 - b. El agua efluente supera los valores límites de la norma vigente en un 100% para la DQO, 89% para la DBO_5 y en un 10% para los SST, además es evidente el aumento de partículas sólidas que se descargan.
 - c. En el análisis del pretratamiento se determinó que las dimensiones y ángulo son óptimas y cumplen su función.
 - d. Los resultados de los ensayos de laboratorio determinaron a la selección de un proceso de aireación extendida o prolongada, siguiendo los criterios de diseño de (Crites & Tchobanoglous, 2000); en este proceso se evidenció que las medidas actuales del tanque de aireación y clarificador son inaceptables y necesita un rediseño. Por lo tanto, se prescindió del clarificador y se unifico

estos tanques, implementando un sistema de aireación extendida con difusores de burbuja fina.

2. Se rediseñó el sistema depurador a través de la iniciativa de una infraestructura de saneamiento apropiada que cumple con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3,6 13, 15.
 - a. Se propuso el rediseño del tanque de aireación. Tendrá una longitud 7,8 m, un ancho de 3,60 m y profundidad de 2,75 m, obteniendo un volumen útil de 77 m³. El tiempo de retención hidráulico es de 25 horas, se implementará un sistema de aireación extendida con 17 difusores de burbuja fina en distribución de 3 bolillo priorizando las esquinas para evitar zonas anaerobias, mejorando la capacidad de depuración del afluente.
 - b. Los equipos encargados de suministrar aire al sistema se encenderán por medio de una señal enviada por un sensor de oxígeno disuelto, para ajustar el funcionamiento de acuerdo con los requerimientos del sistema y disminuir el consumo energético.
3. Se desarrolló un análisis ambiental, considerando las actividades que pueden causar un impacto ambiental; se elaboraron planos de acuerdo con el rediseño en conjunto con su presupuesto referencial a partir de las especificaciones técnicas.
 - a. Las dimensiones del tanque de aireación y clarificador existente no cumplían con los requerimientos, por lo que se unificaron para formar un reactor biológico (tanque de aireación) con difusores de burbuja fina (USD 9.289,93 + IVA).

- b. En la fase de implementación del nuevo sistema se estimó un costo total de construcción – CAPEX de USD 20,804.68 + IVA, gastos de operación y mantenimiento – OPEX de USD 2,982,25+ IVA mensual. La Tabla 34 detalla los costos empleados en el rediseño:

Tabla 34

Costos de Construcción, operación y mantenimiento de PDAR

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN - (CAPEX) – NO INCLUYE IVA	
Pretratamiento (Mantenimiento)	USD 850.24
Rediseño Tanque de Aireación - Clarificador	USD 9.289,93
Tratamiento de lodos utilizando el Lecho de Secado (reacondicionamiento)	USD 2.544,25
Plan de Limpieza, Seguridad y Manejo Ambiental (control del polvo y ruido, etc)	USD 8.120,26
Costo total	USD 20.804,68
GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - (OPEX) – NO INCLUYE IVA	
Operación y mantenimiento (mensual) (personal, material, EPP)	USD 458,76
Operación y mantenimiento (mensual) (costo energético)	USD 2.523,49

Nota: Elaboración propia (2024)

4. Se presenta un plan preliminar de operación y mantenimiento (Anexo C), mediante los procesos y operaciones unitaria repotenciadas en el rediseño, para un uso eficiente de la planta.

6.2 Recomendaciones

1. En primera instancia, actualizar el manual preliminar de OPEX
2. Ajustarse a las medidas de prevención y mitigación ambiental para reducir el impacto que provocará el proceso constructivo y de mantenimiento de la planta.

- a. Realizar limpiezas regulares en el sistema de rejillas del pretratamiento para evitar la concentración y paso de sólidos que puedan interferir en el tanque de aireación.
 - b. Efectuar las limpiezas correspondientes en el tanque de aireación, retirando las natas y moho que se acumula en las paredes.
 - c. Llevar a cabo los mantenimientos preventivos de los equipos de bombeo, aireación y difusores para evitar daños prever los daños futuros y suspensión del sistema depurador.
3. Ejecutar la purga y recirculación de lodos de acuerdo con el tiempo descrito en el manual modificado de operación y mantenimiento, evitando la acumulación de lodos viejos, en consecuencia, la formación de bacterias capaces de permitir el escape de lodos a la superficie del clarificador contaminando el efluente de la planta
4. Automatizar el sistema de recirculación y purga de lodos, para prescindir de la presencia diaria de un operador mejorando la eficiencia de la PDAR-
5. Aprovechar los lodos recolectados del lecho de secado ricos en nutrientes, como fertilizantes para las áreas verdes circundantes a la planta.
6. Usar el equipo de riego disponible en la planta aprovechando el efluente final para el riego de los alrededores, generando un modelo de economía circular.
7. Se recomienda evaluar la necesidad de construir una cubierta en el tanque de aireación para evitar el aumento de volumen en el tiempo de precipitaciones altas.

Referencias

- Allauca Melena, D. S. (2024). Rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales Ilapo i perteneciente a la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo.
- Ancalle Espeza, C., & Ledesma Giraldez, W. (2020). Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli-Huancavelica.
- Barrera Peña, M. C. (2021). Diseño preliminar de una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR en el municipio de Nuevo Colón Boyacá.
- Barros Salazar, D. V. (2021). Calidad del agua en Estero Salado, sector norte de la ciudad de Guayaquil, y sus efectos en flora y fauna, 2020-2021.
- Bejarano, M. E., & Escobar, M. (2022). Eficiencia del uso de microorganismos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en una planta de tratamiento de agua residual. Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
- Boris, T. (2020). Matriz de Leopold modificada impacto ambiental.
<https://Ingenieriaambiental.Net/Matriz-de-Leopold/>.
- Bravo, J. (2016). Mejoramiento masivo de subsuelos mediante pilas de agregado apisonado (RAP) en suelos tipo F según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015.
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Cáceres Pom, D. K., Calisaya Vera, G. M., & Bedoya-Justo, E. (2021). Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú. *Ecología Aplicada*, 20(1), 83–92.

Callata Barrantes, J. C. (2021). Evaluación y propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad del distrito de Taraco–Huancané–Puno–2021.

Capelo Segovia, C. R. (2022). Diseño de una Planta De Tratamiento de Aguas Residuales para el Barrio Jesús del Gran Poder del Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo para un Periodo de Retorno De 40 Años.

Castillo Quimis, E. L., Mite Pezo, J. A., & Pérez Arévalo, J. J. (2019). Influencia de los materiales de la envolvente en el confort térmico de las viviendas. Programa Mucho Lote II, Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 303–309.

Chavez-Vera, I. (2017). Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales. *Dominio de Las Ciencias*, 3, 536–560.

Corona Lisboa, J. L. (2011). Estado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Multiciencias*, 11(4), 345–352.

Crites & Tchobanoglous. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*. McGraw-Hill Interamericana S.A.

Delgadillo Zurita, M., & Condori Carrasco, L. J. (2010). PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON MACRÓFITAS PARA COMUNIDADES

CERCANAS AL LAGO TITICACA. *Journal Boliviano de Ciencias*, 7.

http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2075-89362010000300013&lng=es&nrm=iso

Dui, H., Zhu, Y., & Tao, J. (2024). Multi-phased resilience methodology of urban sewage treatment network based on the phase and node recovery importance in IoT. *Reliability Engineering & System Safety*, 247, 110130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.res.2024.110130>

Elenes, J. R. F., Escobar, R. R., & Urbano, P. M. (2023). La gestión de los recursos hídricos en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México. *Estudios Regionales En Economía, Población y Desarrollo: Cuadernos de Trabajo de La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, 13(73), 1–2.

ESPOL. (2024). *TÉRMINOS DE REFERENCIA (servicios) PARA PROCESOS DE SUBASTA INVERSA*. <https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/valor-agregado-ecuadoriano/>

González-Fragozo, H. E., Zabaleta-Solano, C., Devia-González, J., Moya-Salinas, Y., & Afanador-Rico, O. (2020). Efecto del riego con agua residual tratada sobre la calidad microbiológica del suelo y pasto King Grass. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2).

Granados Pabuena, P. A. (2020). Estudio de los diferentes métodos de remoción de aceites en aguas residuales urbanas para vertimiento en cuerpos de agua.

- INEC. (2021). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.
- Isaac-Zaldivar, R. E., Almarales-de la Torre, K., & Álvarez-Vega, J. F. (n.d.). Propuesta de optimización para la planta de tratamiento de aguas residuales La Cuba.
- Lokhande, S., & Kalbar, P. P. (2024). Economic and environmental benefits of natural treatment systems for sewage treatment: A life cycle perspective. *Water Research*, 257, 121710. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2024.121710>
- López Alaña, J. I., & Zambrano Figueroa, C. E. (2021). Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- López Torres, M., Espinosa Lloréns, M., Ortega Peña, N., & Hurtado Mola, I. (2022). Línea base del comportamiento de las descargas de aguas residuales en la empresa CNIC. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 53(2), 157–171.
- Mantilla, E. (2023). TIPOLOGÍA DE ESPACIO PÚBLICO ABIERTO RESILIENTE ANTE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL. Guayaquil.
- Mera, G. P., Barzola, M. S., Allaica, J. C. M., & Soriano, F. R. (2022). Revisión de métodos para depuración de aguas residuales derivadas de los procesos productivos. 593 *Digital Publisher CEIT*, 7(4), 496–506.
- Metcalf & Eddy, Inc. , G. T. F. L. B. H. D. S. (1995). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (McGraw-Hill, Vol. 1).

Metcalf, & Eddy. (2003). *Wastewater engineering. Treatment y reuse*. (Cuarta). Editorial McGraw Hill.

Moreira, D. L., Jiménez, E. J., & Pinela, A. R. (2020). Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaquil. *HOLOPRAXIS*, 4(1), 82–94.

Mulford López, J. C. (2023). Revisión de métodos para el tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética.

Narváez, S. P. C., Quintero, A. P., Rodríguez, C. S. M., Escobar, D. N., & Velandia, N. A. V. (2020). Contenido de materia orgánica y biodegradabilidad en aguas residuales: aportes desde la validación de los métodos analíticos demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno. *APORTES ANALÍTICOS AL ESTUDIO*, 27.

Nika, C. E., Gusmaroli, L., Ghafourian, M., Atanasova, N., Buttiglieri, G., & Katsou, E. (2020). Nature-based solutions as enablers of circularity in water systems: A review on assessment methodologies, tools and indicators. *Water Research*, 183, 115988. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2020.115988>

NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, Pub. L. No. 2169, NTE INEN 2169:1992 (1992).

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Planificación de la seguridad del saneamiento. Manual para el uso y la disposición seguros de aguas residuales, aguas grises y excretas*.

- Osorio Rivera, M. A., Carrillo Barahona, W. E., Negrete Costales, J. H., Loor Lalvay, X. A., & Riera Guachichullca, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, ISSN-e 2550-682X, Vol. 6, No. 3, 2021, Págs. 228-245, 6(3), 228–245.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926905&info=resumen&idioma=S>
PA
- Paredes, J. (2020). Evaluación de parámetros geotécnicos de los depósitos de suelo ubicados en la llanura aluvial y en el complejo deltaico estuarino de Guayaquil (ecu), y sectores adyacentes de daule, samborondón y durán, mediante ensayos in situ cptu [ESPOL].
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53892>
- Pino, S. L., Barros, D. V, Sisalema, L. A., Fernández, P. L., & Molina, C. D. (2021). El costo de remediación del recurso agua por contaminación de coliformes fecales en el Estero Salado, sector La Chala, Guayaquil-Ecuador. *Revista Espacios*, 42(4), 102–120.
- PINO, S. L., SISALEMA, L. A., & BARROS, D. V. (2020). Los costos de la salud y la calidad del agua en el Estero Salado de la ciudad de Guayaquil-Ecuador. *Revista ESPACIOS*. ISSN, 798, 1015.
- Protected Planet. (2024). The World Database on Protected Areas (WDPA) y World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM).
[Www.Protectedplanet.Net](http://www.Protectedplanet.Net).

Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. C. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71–80.

<https://doi.org/10.15381/idata.v17i1.12035>

Sánchez, J. G. C., Saltos, L. D. B., Obando, M. B. V., & Rizo, H. A. Z. (2020). Alternativas en la estabilización de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

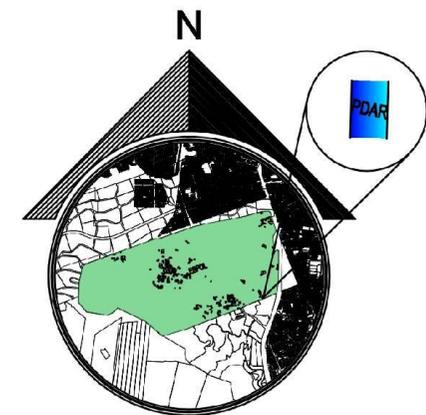
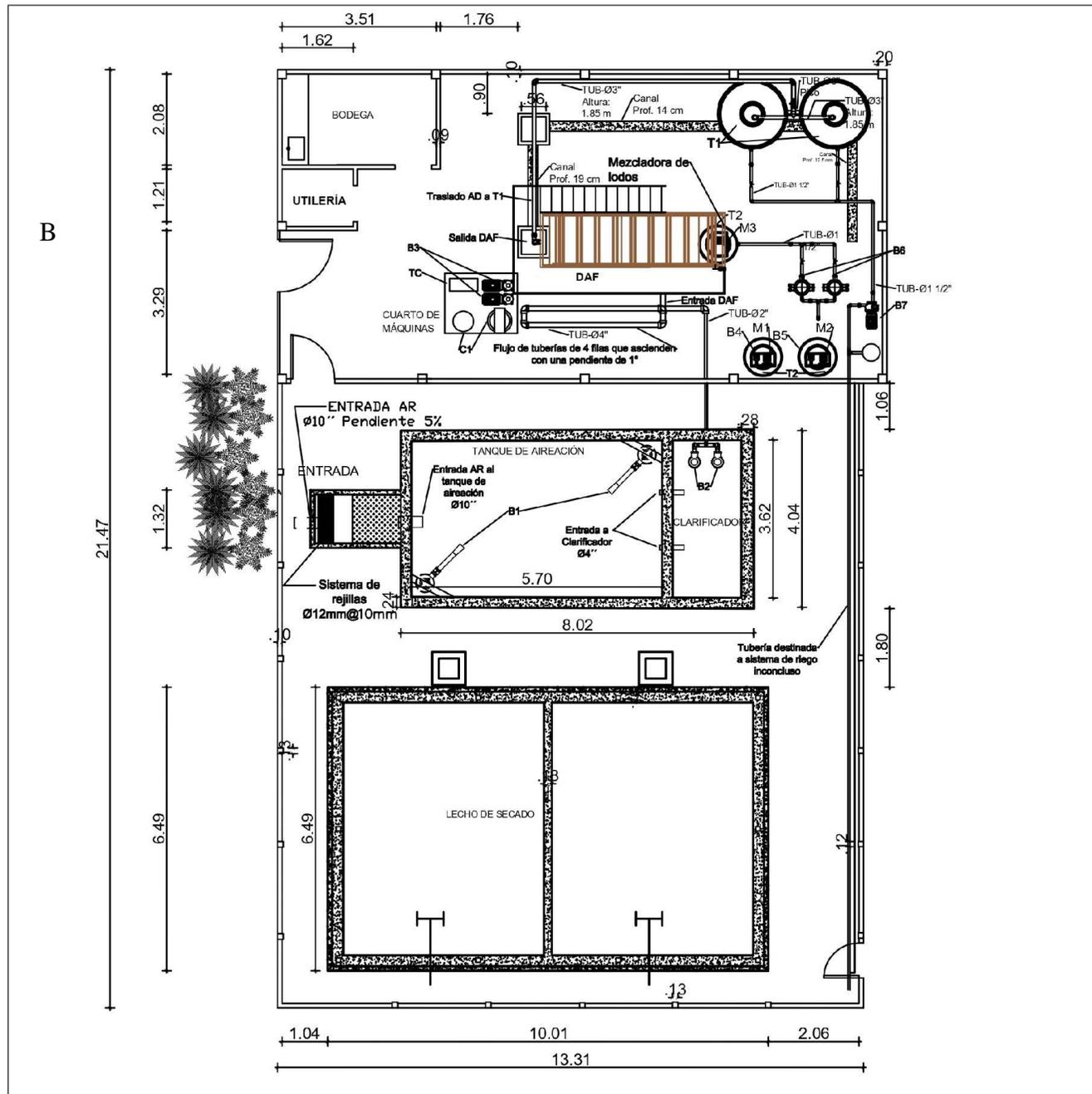
TULSMA, Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente. Libro VI: De la Calidad Ambiental. ANEXO 2. Noma de la calidad ambiental del recurso del suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. 341 (2015).

WTE. (2008). Wastewater treatment: how to convert AOR oxygen into SOTR.

<https://www.wteitaly.com/en/news/wastewater-treatment-how-to-convert-aor-oxygen-into-sotr/>.

PLANOS Y ANEXOS

PLANOS AS BUILT DE LA PDAR



UBICACION:

Provincia: Guayas
 Cantón: Guayaquil
 Parroquia: Tarqui
 Sector: 097
 Manzana: 0080
 Solar: 000
 Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.

SIMBOLOGÍA

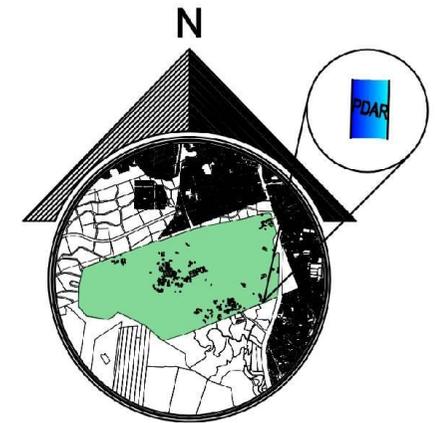
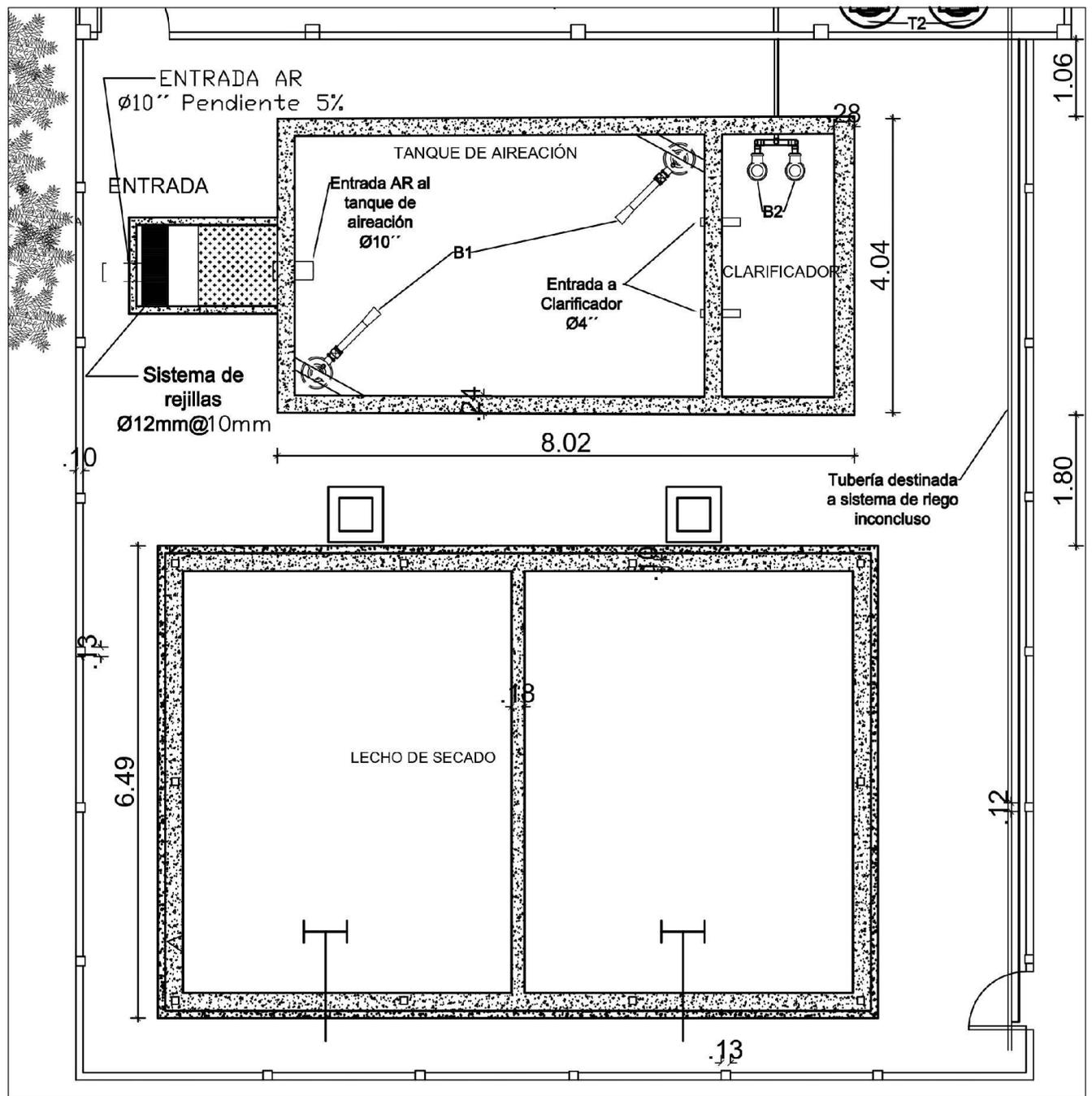
- B1** Bomba sumergible - Sistema aireación - 1750 RPM
- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- B3** Bomba centrífuga - Recirculación - 3450 RPM
- B4** Bomba dosificadora - Coagulante
- B5** Bomba dosificadora - Floculante
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M1** Moto reductor - Preparación de coagulante - 1615 RPM
- M2** Moto reductor - Preparación de floculante - 1615 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- M4** Motor en DAF - Barredora lodos - 1615 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

CONTENIDO: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA PLANTA D.A.F

Coord. recto de Ingeniería Civil M.Sc. Walter Huariáes	Título de Graduados Especialistas M.Sc. Bathy Merchán	Estudiantes Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de emisión 7 de Julio, 2024
Labor a Área de conocimiento: M.Sc. Lenin Dendes		Límite A 1/3	Escala 1:50



UBICACION:
Provincia: Guayas

Cantón: Guayaquil
Parroquia: Tarqui
Sector: 097
Manzana: 0080
Solar: 000
Campus: Gustavo Galdino Velasco
Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.

SIMBOLOGÍA

- B1** Bomba sumergible - Sistema aireación - 1750 RPM
- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- B3** Bomba centrífuga - Recirculación - 3450 RPM
- B4** Bomba dosificadora - Coagulante
- B5** Bomba dosificadora - Flocculante
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M1** Moto reductor - Preparación de coagulante - 1615 RPM
- M2** Moto reductor - Preparación de flocculante - 1615 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- M4** Motor en DAF - Barredora lodos - 1615 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

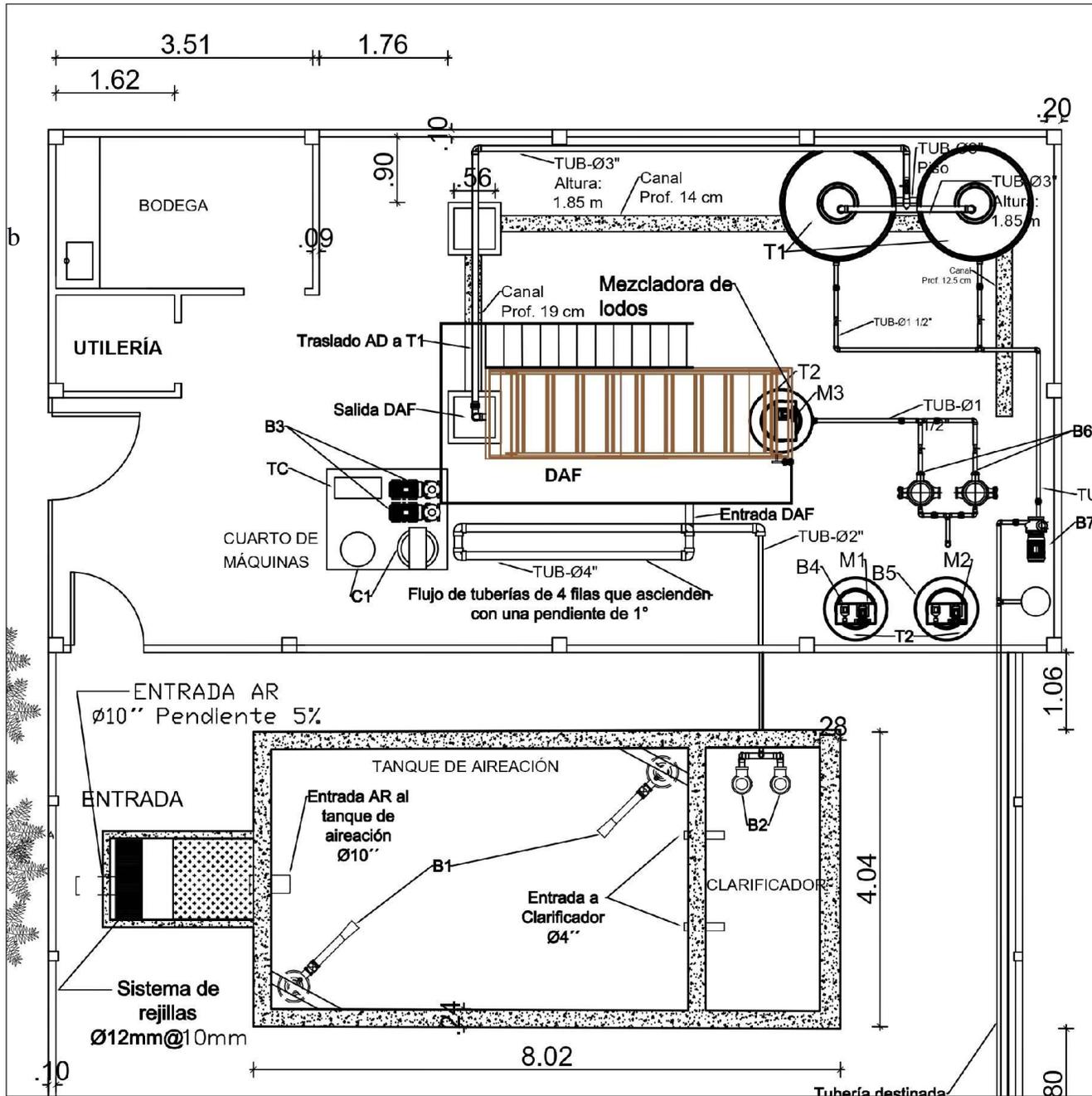
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

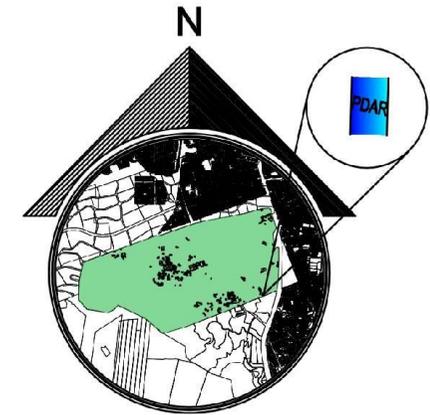
CONTENIDO: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA PLANTA D.A.F

Coord. Académico: M.Sc. Walter Huarales	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Bethy Merohán	Estudiantes: Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 7 de Julio, 2024 Lamina: A 2/3 Escala: 1:30
---	---	--	---

VISTA EN PLANTA
ESC 1:30



VISTA EN PLANTA
ESC 1:30



UBICACION:
Provincia: Guayas

Cantón: Guayaquil
Parroquia: Tarqui
Sector: 097
Manzana: 0080
Solar: 000
Campus: Gustavo Galindo Velasco
Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.

SIMBOLOGÍA

- B1** Bomba sumergible - Sistema aireación - 1750 RPM
- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- B3** Bomba centrífuga - Recirculación - 3450 RPM
- B4** Bomba dosificadora - Coagulante
- B5** Bomba dosificadora - Floculante
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M1** Moto reductor - Preparación de coagulante - 1615 RPM
- M2** Moto reductor - Preparación de floculante - 1615 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- M4** Motor en DAF - Barredora lodos - 1615 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

CONTENIDO: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA PLANTA D.A.F

Coord. Académico de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Huaranes	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Bethy Merchán	Estudiantes: Melany Mendez a Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 7 de Julio, 2024 Última Edición: A 3/3 1:30
--	--	--	--

ANEXO A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1 Limpieza y mantenimiento

Descripción:

Consistirá en despejar el área de terreno donde se realizarán los trabajos. Incluye el retiro de material acumulado en el canal de pretratamiento, el tanque de aireación y clarificador existente. Limpieza y mantenimiento del equipo DAF. Desenraizar y retirar de estos elementos estructurales y sus alrededores o zonas de mantenimiento y libre acceso, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación.

La limpieza deberá ser realizada manualmente. Se debe desalojar todo el material no usado proveniente del desbroce y la limpieza, este debe colocarse fuera del área de construcción debiendo depositarse en los sitios determinados para su aprovechamiento. Los huecos y cortes dejados por la remoción de árboles y arbustos, se debe rellenar con material seleccionado compactado. Se deberá mantener el área de trabajo, libre de agua mediante drenajes temporales u otro medio, de acuerdo como se requiera para el buen desarrollo del proyecto.

Se debe limpiar la rejilla que se encuentra en la depuración primaria, eliminando los residuos sólidos acumulados allí, los que serán dispuestos en basureros adecuados. Se deben limpiar las paredes de los equipos. En el caso del sedimentador, esta limpieza debe realizarse de manera lenta y sin provocar turbulencia, porque esta podría levantar los lodos sedimentados, contaminando el efluente. Así mismo es necesario mantener limpia la parte exterior de la planta y los alrededores de esta.

Limpieza de los sólidos flotantes en cada unidad del sistema

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Equipo mínimo:

Para efectos de este trabajo se requerirá:

- Herramienta menor (5% M.O)

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra
- Peón (Est. Oc. E2)

2 Desmontaje de tapa en pretratamiento

Descripción:

Consiste en el desmontaje de la tapa que cubre el sistema de pretratamiento de la planta. Incluye desmontaje y desalojo generados en el desmontaje a menos que la ESPOL mediante el Departamento de Planificación u otra autoridad administrativa disponga su entrega dentro del campus Gustavo Galindo, en tal caso incluye su transporte a cualquier localidad que la ESPOL determine dentro del Campus Gustavo Galindo. La remoción se realizará con herramientas manuales procurando que los elementos desmontados sufran el menor daño posible con la finalidad de que puedan ser reciclados por la ESPOL, en caso de aplicar.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Para efectos de este trabajo se requerirá:

- Herramienta menor (5% M.O)

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra (Est. Oc. C2)
- Peón (Est. Oc. E2)
- Fierro (Est. Oc. D2)

3 Desinstalación e instalación de bombas sumergibles y centrífugas existentes**Descripción:**

Consiste en desmontar las bombas que se encuentran sumergidas en el tanque de aireación y clarificador, su uso es de elevación, se encargan de transportar el agua al DAF. Estas bombas serán desinstaladas para realizar el rediseño correspondiente en los tanques de aireación que se unificará con el clarificador. Se debe desmontar cuidando la integridad del elemento, almacenar en un lugar seguro hasta la finalización de los trabajos en el área.

Incluye Instalación de bombas sumergibles en tanque de aireación rediseñado:

- Potencia de 1 HP, voltaje de 220V-3F, amperaje: 5.5 A, frecuencia 60Hz, RPM: 1750. Transportará el agua residual del tanque de aireación al sistema DAF (funcionará como clarificador).

Incluye Instalación de bombas centrífugas de acuerdo con los planos:

- Potencia de 2 HP, voltaje de 220V-3F, amperaje: 6 A, frecuencia 60Hz, RPM: 3450. Se usarán para los difusores de aire en el tanque de aireación.

La instalación del sistema incluye tubería de succión y descarga, válvula check, manómetros, radar, accesorios de conexión y montaje.

Ejecución y complementación:

Debe estar definido y preparado el sitio en que se va a instalar el equipo de bombeo, para la instalación se deberá facilitar su maniobrabilidad, así como su eventual reparación o mantenimiento, no se realizará ajustes excesivos que puedan dañar sus elementos de entrada y salida del líquido.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

- Herramienta menor

Mano de obra:

Se requiere la participación al menos de la siguiente mano de obra:

- Plomero
- Peón (Est. Oc. E2)

- Maestro de obra (Est. Oc. C2)
- Eléctricista o Instalador de revestimiento en general

4 Demolición de elementos estructurales. Inc desalojo

Descripción:

Consiste en la demolición (rotura o derrocamiento) de los elementos indicados en cada caso. Cada rubro incluye la limpieza del área de demolición o rotura, así como el acarreo y desalojo de los escombros. El contratista revisará el proyecto para determinar los elementos que deben ser demolidos en función de la nueva distribución indicada en planos o mediante las notas aclaratorias contenidas en estos. Si por error del constructor se demoliere innecesariamente algún elemento, deberá ser repuesta a su propio costo.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Equipo mínimo:

Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas Menores
- Martillo eléctrico para demolición
- Andamio
- Volqueta

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de Obra Categoría C2
- Peon Categoría E2
- Chofer para volquetas (E-C1)
- Ayudante de maquinaria D2

5 Resanes varios**Descripción:**

Consiste en la corrección o resane de enlucidos existentes y que presenten fisuras mayores a 3mm o que se encuentren desprendidos. Para estos efectos se utilizará morteros premezclados más la aplicación de imprimación cementicia con aditivo para mejorar la adherencia para morteros. El constructor juntamente con el fiscalizador identificará y marcará en obra las áreas a resanar. El rubro incluye la provisión de materiales y ejecución del trabajo descrito, así como la preparación de la superficie y el curado respectivo.

Materiales mínimos:

- Cemento (50Kg-saco)
- Arena gruesa
- Mejorador de adherencia (Sikatop 77 o similar)

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo:

Para efectos de este trabajo se requerirá:

- Herramientas menores

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra
- Albañil
- Peones u oficiales.

6 Suministro e Instalación de tapa para pretratamiento**Descripción:**

Este rubro se refiere al suministro e instalación de tapa metálica, la cual será removible y sujeta a la estructura. Debe tener un acabado de esmalte de primera calidad, puesto sobre una base de anticorrosivo. Deberá ser instalados de acuerdo con su ubicación tal como se indica en los planos.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

El equipo requerido para este trabajo comprende:

- Herramienta menor (5% M.O)

Mano de obra:

- Maestro

- Fierrero
- Peón

7 Suministro e Instalación de difusores modelo DNBQ-270 marca GNGEP

Descripción:

Este rubro corresponde al suministro e instalación de difusores de aire de la marca GNGEP modelo DNBQ-270, de burbuja fina. El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos estos trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a la deficiencia o negligencia en la construcción.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

- Herramientas menores.

Mano de obra:

Para la provisión de este rubro será necesario como mínimo el siguiente personal:

- Plomero
- Peón (Est. Oc. E2)
- Maestro de obra (Est. Oc. C2)
- Eléctricista o Instalador de revestimiento en general

8 Suministro e instalación de Blower Regenerativo incluye sensor de oxígeno disuelto y accesorios

Descripción:

Este rubro corresponde al suministro e instalación de Blower Regenerativo con sensor de oxígeno disuelto y pH incluye accesorios. El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos estos trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a la deficiencia o negligencia en la construcción.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

- Herramienta menor (5% M.O)

Mano de obra:

Para la provisión de este rubro será necesario como mínimo el siguiente personal:

- Maestro de obra (Est. Oc. C2)
- Ayudante de Electricista
- Eléctricista o Instalador de revestimiento en general

9 Suministro e Instalación de Tubería PVC desagüe normal de 25 mm (Inc. Accesorios)

Descripción:

Este rubro se refiere al recorrido de la tubería PVC de 25 mm para los difusores de aire ubicados en el área del tanque de aireación, incluye todos los accesorios necesarios para realizar la conexión con los difusores.

Para la instalación se deberá seguir el procedimiento que se describe a continuación:

1. Cortar el tubo, asegurándose que el corte sea a escuadra.
2. Quitar las rebabas y las marcas que deja la sierra. Use una lima o lija de grano #300.
3. Lijar la superficie a conectar. Pruebe en seco la unión de tubos y/o accesorios. Limpie y prepare la superficie a soldar usando un trapo humedecido con solvente limpiador.
4. Aplicar una capa uniforme de soldadura líquida al exterior del extremo liso del tubo por lo menos en una longitud igual a la campana del tubo o accesorio. Evitar el exceso de soldadura.
5. Aplicar una capa uniforme de soldadura líquida al interior de la campana del tubo o accesorio con una brocha de cerda natural, cuyo tamaño no debe ser mayor a la mitad del diámetro de la tubería que se está instalando.
6. Una el extremo liso del tubo con la campana del otro tubo o accesorio, asegurándose de un buen acoplamiento y manteniendo firmemente la unión por 30

segundos. Quitar el exceso de soldadura de la unión y deje solamente el cordón de soldadura entre los extremos a unir.

Unidad de medición:

Metro lineal (m)

Equipo mínimo:

- Herramientas menores

Mano de obra:

- Maestro de obra
- Plomero
- Ayudante

10 Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62

Descripción:

Este rubro comprende la aplicación del impermeabilizador en los interiores de muros y tolva como protección anticorrosiva. Este es un recubrimiento de 2 componentes 100% sólidos (conforme a “Deutsche Bauchemie”), elaborado con base de resinas epóxicas, libre de solventes y con alta resistencia química. Puede aplicarse sobre superficies secas de metal o de concreto absorbente húmedo o seco.

Este rubro se ejecutará mediante un subcontratista. Antes de la aplicación, revise que las condiciones sean adecuadas; contenido de humedad del sustrato, humedad relativa y punto de rocío. El impermeabilizador debe ser aplicado con brocha de cerdas largas, rodillo de pelo corto resistente a solventes sin pelusa o con

equipo airless. Debe protegerse de encharcamientos, condensación y agua, por al menos 24 horas.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como, brocha, rodillo.

Materiales mínimos:

Impermeabilizador Sikaguard 62

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

11 Impermeabilización exterior con igol denso

Descripción:

Este rubro comprende la aplicación de impermeabilizante en el exterior de los muros. Este es una solución de asfaltos refinados reforzada con elastómeros y compuestos plastificantes adhesivos resistentes al vapor. No contiene alquitranes y no es emulsión. Sirve para proteger e impermeabilizar superficies enterradas, muros de contención, sobrecimientos, jardines y tanques.

La superficie debe estar limpia, libre de material suelto y seca. Debido a su consistencia se debe aplicar con llana metálica. Se recomienda aplicar 2 manos para mayor protección.

Materiales mínimos:

Impermeabilizante Igol Denso

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como brocha y rodillos.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

12 Instalación de caudalímetros entrada y salida de la planta**Descripción:**

Los caudalímetros magnéticos funcionan según el principio de la ley de inducción electromagnética de Faraday para medir la velocidad del líquido. Siguiendo la ley de Faraday, los caudalímetros magnéticos miden la velocidad de los líquidos conductores en las tuberías, como agua, ácidos, cáusticos y lodos. En orden de uso, uso del caudalímetro magnético en la industria de agua / aguas residuales, química, alimentos y bebidas, energía, pulpa y papel, metales y minería, y aplicaciones farmacéuticas.

Especificaciones:

El medidor de magnesio funciona según la ley de Faraday y mide un medio conductor con una conductividad superior a 5 $\mu\text{s} / \text{cm}$ y un rango de flujo de 0,2 a 15 m / s. Un medidor de flujo electromagnético es un medidor de flujo volumétrico que mide la velocidad de flujo de un líquido a través de una tubería.

El principio de medición de los caudalímetros magnéticos se puede describir de la siguiente manera: cuando el líquido pasa por la tubería al caudal de v con un diámetro D , dentro del cual se crea una densidad de flujo magnético de B mediante una bobina de excitación, el siguiente electromotor E es generado en proporción a la velocidad de flujo v : $E = K \times B \times V \times D$, donde: E es la fuerza electromotriz inducida, K es la constante del metro, B es la densidad de inducción magnética, V es la velocidad de flujo promedio en la sección transversal del tubo de medición y por último, D que corresponde al diámetro interior del tubo de medición.

El medidor de flujo electromagnético no tiene partes móviles ni partes que bloqueen el flujo, lo que no causará pérdida de presión y no causará problemas como desgaste y bloqueo. El medidor de flujo electromagnético es un instrumento de medición de flujo volumétrico, que no se ve afectado por la temperatura, viscosidad, densidad y conductividad (dentro de un cierto rango) del medio medido durante el proceso de medición.

El rango del sensor de flujo electromagnético es amplio, hasta 1: 100. Además, el medidor de flujo electromagnético es solo proporcional al caudal promedio del medio medido y no tiene nada que ver con el estado de flujo simétrico (flujo laminar o flujo turbulento). Los caudalímetros electromagnéticos no tienen inercia mecánica, son sensibles a la reacción, pueden medir el flujo pulsante instantáneo y tienen una buena linealidad, por lo que el convertidor puede convertir directamente la señal de medición en una salida de señal estándar. El tipo SUP-LDG se puede indicar localmente y el tipo SUP-LDGR se puede transmitir a larga distancia.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Equipos de protección personal y Herramientas menores como playo, playo de presión, destornillador, llave pico de loro, llave francesa.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), electricista (Estr. Ocup. D2), plomero (Estr. Ocup. D2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

13 Reubicación de sistemas, incluye tuberías de conexión de bombas centrífugas a sistema de aireadores, sistema de tanque de aireación a equipo DAF, sistema de recirculación de lodos, sistema purga**Descripción:**

La reubicación de sistemas implica el traslado y la instalación de tuberías y equipos necesarios para optimizar el flujo y la eficiencia en la planta.

Especificaciones:

Las tuberías deben ser de PVC o acero inoxidable, según la especificación del sistema. Se deben realizar pruebas de presión en las tuberías reubicadas para asegurar la estanqueidad. Las conexiones deben ser soldadas o atornilladas, según el material.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramienta menor

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

14 Extracción manual de lodos**Descripción:**

La extracción manual de lodos implica la remoción de lodos acumulados en los tanques de sedimentación y otros puntos de la planta. Este proceso es esencial para mantener la eficiencia operativa de la planta.

Especificaciones:

Se debe utilizar equipo de protección personal (EPP) adecuado. Los lodos extraídos deberán ser transportados a un área designada para su disposición final. Se deben seguir las normativas ambientales pertinentes para la manipulación de lodos.

Unidad de medición:

Metros cúbicos (m³)

Equipo mínimo:

Herramienta menor (Palas y picos)

Contenedores para transporte

Equipos de protección personal (guantes, mascarillas, botas)

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

15 Filtros para lecho de secado

Descripción:

La arena deberá ser limpia, libre de materia orgánica, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. El ripio se lo empleará en los trabajos de hormigón y deberá ser producto de banco natural o de trituración de piedras sanas.

Especificaciones:

El ripio y la arena que servirán como filtro para el lecho de secado serán colocados en los dos lechos de secado diseñados, cada filtro tendrá un espesor de 30 cm, se colocara el ripio y luego el área, estos materiales deben ser distribuidos en toda el área del lecho de secado.

Unidad de medición:

Metro cúbico (m³)

Equipo mínimo:

Equipos de protección personal, palas y carretilla.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

16 Instalación de Geotextil

Descripción:

El Geotextil tejido, se fabrica con un proceso de fibras de polipropileno tejidas entre sí, lo cual tiene como resultado un tejido altamente resistente. Este tipo de geotextil se usa principalmente para refuerzo de suelos y vías, refuerzo de muros de contención, entre otros. De igual manera se usa para separación de suelos.

Especificaciones:

El geotextil tejido, servirá como filtro para la percolación del líquido que contienen los lodos en los lechos de secado diseñados, este geotextil será colocado antes de la capa de filtro de arena, esto facilitará la limpieza y el mantenimiento de los lechos de secado y la extracción de los lodos de manera eficiente.

Unidad:

Metro cuadrado (m²)

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal.

Materiales:

Geotextil tejido, tijeras, estacas.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

17 Cinta de advertencia y señalización

Descripción:

Comprende todas las actividades requeridas para el suministro y colocación de un cerco provisional que cumpla la función de delimitar un área restringida, peligrosa o de riesgo, sitios de construcción, advertencia en zonas de trabajo, etc. con la finalidad de prever accidentes vehiculares o peatonales. El objetivo de este rubro es la colocación de cinta delimitadora del área de construcción con leyenda "peligro", fabricado en polietileno resistente a la intemperie. Cinta reflectiva. Fácil manejo. Altamente visible y ligera.

Unidad de medición:

Metro lineal (m)

Materiales mínimos:

Cinta reflectiva

Equipo mínimo:

Herramienta menor como tijeras o navaja. Mano de obra:

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

18 Letreros informativos

Descripción:

Este rubro consiste en el suministro e instalación de letreros metálicos informativos, que servirá como señal reglamentaria, ubicados en los sitios estratégicos. El objetivo de este rubro es colocar la señalética necesaria, en las áreas

indicadas, será fabricado con tubo de poste galvanizado. Las uniones soldadas serán con soldadura moderna, presentando las superficies soldadas siempre firmes y uniformes en toda su extensión. No deben existir porosidades ni grietas en la superficie soldada.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Materiales mínimos:

Señales de precaución y advertencia.

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como playo de corte, tijera, navaja.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

19 Control y monitoreo de ruido

Descripción:

Este rubro se refiere al control y monitoreo de ruido que es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones, si no se implementan las medidas de prevención y control adecuadas pueden generar importantes repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios por las fuentes generadoras del ruido.

Especificación:

Este rubro consiste en controlar los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo que deberán ser controlados a fin de evitar perturbar

a las poblaciones humanas y faunísticas de la zona de la obra. El nivel de ruido será determinado mediante la utilización de un Sonómetro Clase 11, con ponderación de frecuencia y ponderaciones de tiempo: S (slow), F (fast), 1 (impulsive) y Peak (pico). El sonómetro deberá poseer una capacidad de almacenamiento de hasta 500 archivos, con fecha, hora de inicio, configuración y datos de calibración.

- Frecuencia de la medición de los niveles de ruido: semanal
- Número de estaciones de muestreo: 1
- Ubicación de las estaciones: uno en receptores (interior de viviendas, escuelas, colegios, INNFA) y uno en fuentes de ruido, incluido volquetas y maquinaria escogidas mensualmente al azar.
- Duración del monitoreo: lo que indique el estudio
- Tiempo de duración de las mediciones: quince minutos

El Contratista deberá realizar periódicamente el monitoreo de los niveles de ruido, cuyas fuentes principales serán: uso de los equipos de construcción, maquinarias, transporte, utilización de explosivos y demás actividades que provocan niveles de ruidos superiores a los establecidos serán movilizadas desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados y retornarán al trabajo una vez que éstos cumplan con los niveles admisibles y se haya asegurado que las tareas de construcción que realizarán se efectuarán dentro de los rangos de ruido estipulados en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación.

- Reglamento referente al ruido, en las Normas Ambientales Ecuatorianas, en especial los Límites Permisibles de Niveles de Ruido

Ambiente para Fuentes Fijas y Móviles, de la Ley de Gestión Ambiental, promulgado el 16 de diciembre del 2002.

El Contratista como control y corrección del ruido y/o vibraciones puede ejecutar algunas de las siguientes acciones:

1. Reducir la causa, mediante la utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.
2. Aislamiento de la fuente emisora mediante la instalación de locales cerrados y de talleres de mantenimiento de maquinaria revestidos con material absorbente de sonido.
3. Control y eliminación de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos.
4. Absorción o atenuación del ruido entre la fuente emisora y el receptor mediante barreras o pantallas.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

El sonómetro deberá poseer una capacidad de almacenamiento de hasta 500 archivos, con fecha, hora de inicio, configuración y datos de calibración.

Mano de obra:

Residente de Obra (Ambiental)

Peón

20 Control y monitoreo de material particulado

Descripción:

Este trabajo consistirá en realizar el control y monitoreo de las emisiones de polvo (material particulado PM10), debido a las actividades propias de la obra que conllevan la generación de partículas que pueden dispersarse con el viento. Monitoreo es el proceso programado de coleccionar muestras y/o efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente.

Las mediciones, muestreos y/o análisis se realizarán para determinar las emisiones en los frentes de obra conforme lo determine la medida ambiental correspondiente, salvo requerimiento explícito de la Autoridad Ambiental, de la Fiscalización, del GADM de Guayaquil o de las entidades de Financiamiento Externo. Emisión es la descarga de sustancias gaseosas, puras o con sustancias en suspensión en la atmósfera; y en este caso se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

En estas emisiones se pueden encontrar contaminantes del aire, que son cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente. Su concentración en el aire es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en el cual está contenida.

Material particulado está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera. Se designa como PM2.5 al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5 micrones. Se designa como PM10 al material particulado de diámetro aerodinámico

menor a 10 micrones. Siendo el diámetro aerodinámico de una partícula específica, el diámetro de una esfera con densidad unitaria (densidad del agua) que se sedimenta en aire quieto a la misma velocidad que la partícula en cuestión.

Los datos que se obtengan se compararán con la normativa ambiental vigente y aplicable a la obra

Especificación:

Con base en la “Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión”, los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations, Anexos 40 CFR 50), por las Directivas de la Comunidad Europea y Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

Corresponde al Contratista realizar los muestreos y evaluaciones de los resultados, para establecer en conjunto con la Fiscalización si los parámetros cumplen o no con los límites permitidos por la legislación vigente y aplicable. Las mediciones deberán ser realizadas por un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana, y deberán tener el parámetro incluido en el alcance de su acreditación.

El tiempo de monitoreo se realizará por 24 horas consecutivas en cada sitio definido como punto de medición. La frecuencia de los monitoreos será determinada en el documento que contenga las medidas ambientales del proyecto. Deberá tenerse en cuenta los criterios de seguridad y salud ocupacional para el personal que realiza las mediciones. Personal de fiscalización realizará el control de la ejecución correcta de los trabajos obedeciendo los aspectos de control ambiental

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Indicadores: Niveles de concentración de PM10 vs. Límite Máximo Permisible

Medidor de partículas de polvo.

Mano de obra:

Maestro mayor

Técnico obras civiles

Peón

21 Charlas de mediación con la comunidad**Descripción:**

Este rubro se ejecuta en el caso de presentarse problemas entre la población y la construcción de la obra, mediante charlas de mediación con la comunidad para llegar a un acuerdo y continuar con la ejecución de obra.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Materiales:

Pancartas, carteles, folletos.

Equipo mínimo:

Ninguno

Mano de obra:

Residente de obra.

22 Charlas de seguridad y salud ocupacional**Descripción:**

Este rubro trata acerca de brindar charlas de capacitación en seguridad del personal, tanto en información sobre letreros, uso de los EPPs y del botiquín de primeros auxilios con la finalidad de tomar medidas de seguridad y estar preparados ante cualquier posible accidente laboral.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

Equipos de protección personal (EPP).

Mano de obra:

Residente de obra.

23 Plan de manejo de desechos**Descripción:**

Este rubro trata acerca de manejo de desechos que se puedan generar durante la construcción. Incluye el control, gestión y disposición final de los mismos. Se debe considerar el uso de los EPPs, medidas de seguridad, normas ambientales vigentes o cualquier reglamento en función del caso y actividad a ejecutarse.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

Equipos de protección personal (EPP).

Mano de obra:

Residente de obra.

Supervisor eléctrico general/ Supervisor sanitario general

24 Plan de prevención y mitigación de impactos**Descripción:**

Este rubro trata acerca de prevenir y mitigar las posibles actividades que puedan generar impacto ambiental producto de los trabajos a realizarse en la construcción. Se debe realizar un análisis de las actividades identificadas que pueden causar impacto ambiental, detallado en el Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 4)

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

Equipos de protección personal (EPP).

Mano de obra:

Residente de obra.

Supervisor eléctrico general/ Supervisor sanitario general

25 Limpieza y cierre de obra**Descripción:**

Este rubro comprende la finalización de obra, se limpian los escombros del lugar en el que se realizó la construcción y se entrega la obra al cliente.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramienta menor tales como, palas, recogedores de basura, costales, fundas

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

Albañil (Estr. Ocup. D2),

Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)

**ANEXO B: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y EL PRESUPUESTO
REFERENCIAL DE LA OBRA.**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 1 UNIDAD: m2
 DETALLE: Limpieza y mantenimiento

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,34	4,76%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,34	4,76%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,40	\$0,19	2,60%
Peón	4,00	\$4,14	\$16,56	0,40	\$6,62	92,64%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$6,81	95,24%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$7,15	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$1,07	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$8,22	
VALOR OFERTADO		\$8,22	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 2 UNIDAD: u
DETALLE: Desmontaje de tapa en pretratamiento

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,37	4,76%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,37	4,76%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,20	\$4,65	\$0,93	0,80	\$0,74	9,56%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	0,80	\$3,31	42,58%
Fierrero	1,00	\$4,19	\$4,19	0,80	\$3,35	43,09%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$7,41	95,24%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 16 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$7,78	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$1,17	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$8,95	
VALOR OFERTADO		\$8,95	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Ofertante: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 3 UNIDAD: u

DETALLE: Desinstalación e instalación de bombas sumergibles y centrifugas existentes

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$1,31	0,52%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$1,31	0,52%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	2,67	\$1,24	0,49%
Plomero	1,00	\$4,19	\$4,19	2,67	\$11,17	4,42%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	2,67	\$11,04	4,37%
Eléctricista o Instalador de revestimiento en general	0,25	\$4,19	\$1,05	2,67	\$2,79	1,11%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$26,25	10,39%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Accesorios para instalación: tuberías, Valvulas check, manómetros,	u	1,00	\$225,00	\$225,00	89,09%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$225,00	89,09%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 16 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$252,56	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$37,88	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$290,44	
VALOR OFERTADO		\$290,44	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 4 UNIDAD: m2

DETALLE: Demolición de elementos estructurales. Inc desalojo

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,93	4,76%
Martillo electrico para demolicion		\$15,00	\$0,00	0,800	\$0,00	0,00%
Andamio		\$1,50	\$0,00	0,800	\$0,00	0,00%
Volqueta		\$30,00	\$0,00	0,800	\$0,00	0,00%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,93	4,76%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,80	\$0,37	1,91%
Peón	3,00	\$4,14	\$12,42	0,80	\$9,94	50,93%
CHOFER: Volquetas (Estr. Oc. C1)	1,00	\$6,08	\$6,08	0,80	\$4,86	24,93%
Ayudante de maquinaria	1,00	\$4,26	\$4,26	0,80	\$3,41	17,47%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$18,58	95,24%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 16 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$19,51	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$2,93	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$22,44	
VALOR OFERTADO		\$22,44	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 5 UNIDAD: m2

DETALLE: Resanes varios

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,35	2,46%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,35	2,46%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,53	\$0,25	1,76%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	0,53	\$2,21	15,68%
Albañil	2,00	\$4,19	\$8,38	0,53	\$4,47	31,73%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$6,93	49,17%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Arena gruesa	m3	0,05	\$19,90	\$1,00	7,06%
Cemento portland tipo 1	saco	0,30	\$8,37	\$2,51	17,83%
Aditivo promotor de adherencia 4Kg.	gl	0,05	\$66,15	\$3,31	23,48%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$6,81	48,37%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 16 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$14,09	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$2,11	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$16,20	
VALOR OFERTADO		\$16,20	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Ofertante: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 6 UNIDAD: u

DETALLE: Suministro e intalación de tapa para pretratamiento

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,35	0,15%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,35	0,15%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,80	\$0,37	0,16%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	0,80	\$3,31	1,46%
Fierrero	1,00	\$4,19	\$4,19	0,80	\$3,35	1,47%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$7,04	3,09%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Tapa de acero inoxidable	u	1,00	\$220,00	\$220,00	96,75%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$220,00	96,75%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 16 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$227,39	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$34,11	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$261,50	
VALOR OFERTADO		\$261,50	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 7 UNIDAD: u

DETALLE: Suministro e Instalación de difusores modelo DNBQ-270 marca GNGEP

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,37	0,99%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,37	0,99%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,53	\$0,25	0,66%
Plomero	1,00	\$4,19	\$4,19	0,53	\$2,23	5,91%
Peón	2,00	\$4,14	\$8,28	0,53	\$4,42	11,67%
Eléctricista o Instalador de revestimiento en general	0,25	\$4,19	\$1,05	0,53	\$0,56	1,48%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$7,46	19,71%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Difusores de aire	u	1,00	\$30,00	\$30,00	79,30%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$30,00	79,30%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 16 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$37,83	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$5,67	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$43,50	
VALOR OFERTADO		\$43,50	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 8 UNIDAD: u

DETALLE: Suministro e instalación de Blower Regenerativo incluye sensor de oxígeno disuelto y accesorios

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,00	0,00%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,00	\$0,00	0,00%
Ayudante de Electricista	1,00	\$4,14	\$4,14	0,00	\$0,00	0,00%
Eléctricista o Instalador de revestimiento en general	0,25	\$4,19	\$1,05	0,00	\$0,00	0,00%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$0,00	0,00%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Controlador de oxígeno con rango extendido y salida análoga HI 8410	u	1,00	\$1.006,02	\$1.006,02	45,79%
Sonda galvánica de OD para HI 8410 cable de 4 m	u	1,00	\$523,02	\$523,02	23,80%
Blower Regenerativo	u	1,00	\$170,00	\$170,00	7,74%
Controlador de pH	u	1,00	\$270,48	\$270,48	12,31%
Electrodo de pH HI1001, 3m de cable	u	1,00	\$227,70	\$227,70	10,36%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$2.197,22	100,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 29 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$2.197,22	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$329,58	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$2.526,80	
VALOR OFERTADO		\$2.526,80	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 9 UNIDAD: m

DETALLE: Suministro e Instalación de Tubería PVC desagüe normal de 25 mm (Inc. Accesorios) sistema de difusores

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,05	0,63%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,05	0,63%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,08	\$0,04	0,45%
Peón	2,00	\$4,14	\$8,28	0,08	\$0,66	8,07%
Plomero	1,00	\$4,19	\$4,19	0,08	\$0,34	4,09%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$1,03	12,61%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Tubería Desague PVC EC 50mm	m	1,00	\$6,07	\$6,07	73,99%
Soldadura líquida p/pvc 946 cc	l	0,05	\$17,65	\$0,88	10,76%
Solvente limpiador P/TUB PVC 946cc	l	0,02	\$10,99	\$0,16	2,01%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$7,12	86,76%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$8,20	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$1,23	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$9,43	
VALOR OFERTADO		\$9,43	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"

Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 10 UNIDAD: m2

DETALLE: Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,02	0,08%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,02	0,08%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,10	\$0,05	0,15%
Pintor	1,00	\$4,19	\$4,19	0,10	\$0,42	1,37%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$0,47	1,53%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Impermeabilizante	u	1,00	\$30,00	\$30,00	98,40%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$30,00	98,40%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$30,49	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$4,57	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$35,06	
VALOR OFERTADO		\$35,06	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 11 UNIDAD: m2
 DETALLE: Impermeabilización exterior con igol denso

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,03	0,47%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,03	0,47%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,13	\$0,06	0,93%
Pintor	1,00	\$4,19	\$4,19	0,13	\$0,56	8,40%
	1,00					
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$0,62	9,33%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Impermeabilizante	u	1,00	\$6,00	\$6,00	90,20%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$6,00	90,20%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$6,65	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$1,00	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$7,65	
VALOR OFERTADO		\$7,65	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 12 UNIDAD: u
 DETALLE: Instalación de caudalímetros entrada y salida de la planta.

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$2,04	0,25%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$2,04	0,25%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	1,60	\$0,74	0,09%
Plomero	1,00	\$4,19	\$4,19	1,60	\$6,70	0,82%
Peón	3,00	\$4,14	\$12,42	1,60	\$19,87	2,44%
Eléctricista o Instalador de revestimiento en general	2,00	\$4,19	\$8,38	1,60	\$13,41	1,65%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$40,73	5,01%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Caudalímetro electromagnético SUP-LDG	u	1,00	\$550,00	\$550,00	67,67%
Sensor de oxígeno disuelto	u	1,00	\$220,00	\$220,00	27,07%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$770,00	94,74%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$812,76	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$121,91	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$934,68	
VALOR OFERTADO		\$934,68	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 13 UNIDAD: u

DETALLE: Reubicación de sistemas, incluye tuberías de conexión de bombas centrífugas a sistema de aireadores, sistema de tanque de aireación a equipo DAF, sistema de recirculación de lodos, sistema purga

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,39	3,19%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$3,39	3,19%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	2,67	\$1,24	1,17%
Peón	4,00	\$4,14	\$16,56	2,67	\$44,16	41,64%
Plomero	2,00	\$4,19	\$8,38	2,67	\$22,35	21,07%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$67,75	63,88%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Tubería Desague PVC EC 50mm	m	2,00	\$6,07	\$12,14	11,45%
TUBERÍA PVC Ø1" c/m	m	2,00	\$0,50	\$1,00	0,94%
Soldadura líquida p/pvc 946 cc	l	0,21	\$17,65	\$3,71	3,50%
Solvente limpiador P/TUB PVC 946cc	l	0,21	\$10,99	\$2,31	2,18%
Codo desague PVC INY 50 mmx45° EC	u	2	\$1,65	\$3,30	3,11%
Accesorios de conexión	u	2	\$2,50	\$5,00	4,71%
Tee desague PVC lisa d = 50 mm	u	2	\$3,73	\$7,46	7,03%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$34,91	32,92%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$106,05	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$15,91	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$121,96	
VALOR OFERTADO		\$121,96	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Ofertante: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 14 UNIDAD: m3
 DETALLE: Extracción manual de lodos

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$0,00	0,00%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
SUBCONTRATO: Extraxxion de lodos	u	1,00	\$25,00	\$25,00	100,00%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$25,00	100,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$25,00	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$3,75	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$28,75	
VALOR OFERTADO		\$28,75	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 15 UNIDAD: m3
 DETALLE: Filtros para lecho de secado

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,17	0,43%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,17	0,43%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,40	\$0,19	0,45%
Peón	2,00	\$4,14	\$8,28	0,40	\$3,31	8,06%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$3,50	8,52%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Arena	m3	1,00	\$19,90	\$19,90	48,45%
Piedra 3/4	m3	1,00	\$17,50	\$17,50	42,61%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$37,40	91,06%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$41,07	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$6,16	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$47,23	
VALOR OFERTADO		\$47,23	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 16 UNIDAD: m2
DETALLE: Instalación de Geotextil

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,03	0,53%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,03	0,53%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	\$4,65	\$4,65	0,04	\$0,19	3,80%
Peón	2,00	\$4,14	\$8,28	0,04	\$0,33	6,77%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$0,52	10,57%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Geotextil tejido	m2	1,00	\$3,75	\$3,75	76,64%
Estacas	u	4,00	\$0,15	\$0,60	12,26%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$4,35	88,90%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$4,89	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$0,73	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$5,63	
VALOR OFERTADO		\$5,63	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 17 UNIDAD: u
 DETALLE: Cinta de advertencia y señalización

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,00	0,01%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,01%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,02	\$0,01	0,01%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	0,02	\$0,07	0,11%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$0,07	0,12%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Cinta Reflectiva 3m	u	3,00	\$20,00	\$60,00	99,87%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$60,00	99,87%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$60,08	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$9,01	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$69,09	
VALOR OFERTADO		\$69,09	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 18 UNIDAD: u
DETALLE: Letreros informativos

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,23	0,73%
Soldadora Eléctrica	1,00	\$3,75	\$3,75	0,533	\$2,00	6,27%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$2,23	7,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	0,53	\$0,25	0,78%
Peón	2,00	\$4,14	\$8,28	0,53	\$4,42	13,84%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$4,66	14,62%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Placa metálica de 250x250x10mm, incluye anclaje.	u	1,00	\$25,00	\$25,00	78,38%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$25,00	78,38%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$31,90	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$4,78	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$36,68	
VALOR OFERTADO		\$36,68	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 19 UNIDAD: u
 DETALLE: Control y monitoreo de ruido

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,40	0,65%
Sonometro digital	1,00	\$39,50	\$39,50	1,346	\$53,17	86,33%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$53,57	86,98%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Técnico obras civiles	1,00	\$4,42	\$4,42	1,35	\$5,95	9,66%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	0,50	\$2,07	3,36%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$8,02	13,02%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$61,59	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$9,24	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$70,83	
VALOR OFERTADO		\$70,83	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 20 UNIDAD: u
 DETALLE: Control y monitoreo de material particulado

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,68	0,17%
Medidor de particulas	1,00	\$250,00	\$250,00	1,500	\$375,00	96,35%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$375,68	96,52%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	1,50	\$0,70	0,18%
Técnico obras civiles	1,00	\$4,42	\$4,42	1,50	\$6,63	1,70%
Peón	1,00	\$4,14	\$4,14	1,50	\$6,21	1,60%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$13,54	3,48%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$389,21	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$58,38	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$447,60	
VALOR OFERTADO		\$447,60	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 21 UNIDAD: u
 DETALLE: Charlas de mediación con la comunidad

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Residente de Obra	1,00	\$4,67	\$4,67	1,50	\$7,01	42,96%
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario gene	1,00	\$4,65	\$4,65	2,00	\$9,30	57,04%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$16,31	100,00%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$16,31	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$2,45	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$18,75	
VALOR OFERTADO		\$18,75	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 22 UNIDAD: u
DETALLE: Charlas de seguridad y salud ocupacional

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Residente de Obra	1,00	\$4,67	\$4,67	1,50	\$7,01	42,96%
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario gene	1,00	\$4,65	\$4,65	2,00	\$9,30	57,04%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$16,31	100,00%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$16,31	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$2,45	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$18,75	
VALOR OFERTADO		\$18,75	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
 Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 23 UNIDAD: u
 DETALLE: Plan de manejo de desechos

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Residente de Obra	1,00	\$4,67	\$4,67	1,50	\$7,01	0,22%
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario general	1,00	\$4,65	\$4,65	8,00	\$37,20	1,17%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$44,21	1,38%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Plan de manejo de desechos	u	1,00	\$3.147,63	\$3.147,63	98,62%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$3.147,63	98,62%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$3.191,84	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$478,78	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$3.670,61	
VALOR OFERTADO		\$3.670,61	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 24 UNIDAD: u
DETALLE: Plan de prevención y mitigación de impactos

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$0,00	0,00%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Residente de Obra	1,00	\$4,67	\$4,67	1,00	\$4,67	0,20%
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario gene	1,00	\$4,65	\$4,65	8,00	\$37,20	1,56%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$41,87	1,76%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
Plan de prevención y mitigación de impactos	u	1,00	\$2.338,76	\$2.338,76	98,24%
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$2.338,76	98,24%

4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$2.380,63	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$357,09	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$2.737,72	
VALOR OFERTADO		\$2.737,72	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Nombre del Proyecto: Presupuesto referencial para el "Rediseño de la planta depuradora de aguas residuales por flotación de aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL (Campus Gustavo Galindo)"
Nombre del Oferente: Melany Mendoza Melanie Suárez

RUBRO: 25 UNIDAD: u
DETALLE: Limpieza y cierre de obra

1.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor (5% M.O)					\$15,91	4,76%
EQUIPOS SUBTOTAL (M)					\$15,91	4,76%

2.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL REAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO	%
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	\$4,65	\$0,47	15,00	\$6,98	2,09%
Peón	4,00	\$4,14	\$16,56	15,00	\$248,40	74,34%
Albañil	1,00	\$4,19	\$4,19	15,00	\$62,85	18,81%
MANO DE OBRA SUBTOTAL (N)					\$318,23	95,24%

3.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
MATERIAL SUBTOTAL (O)				\$0,00	0,00%

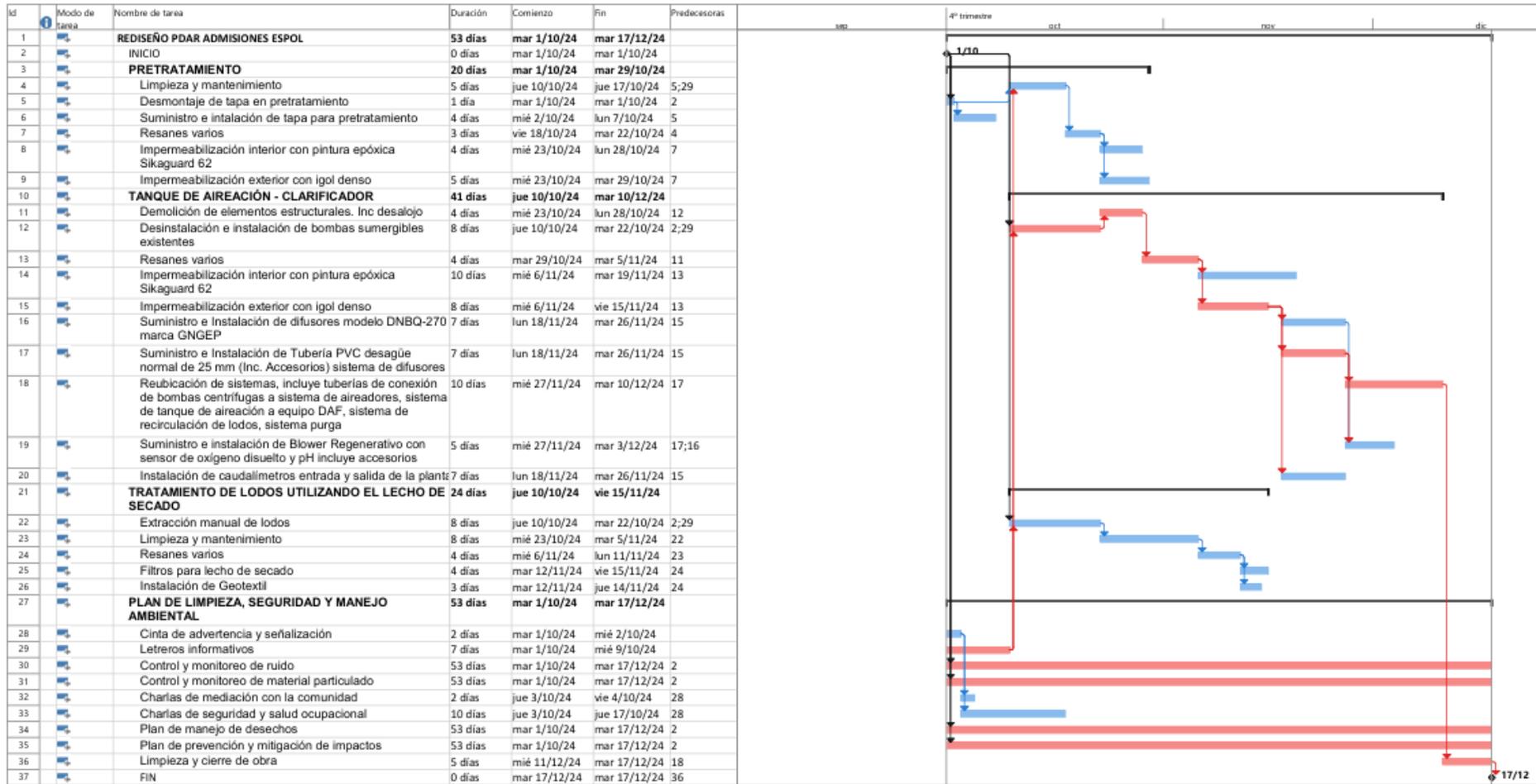
4.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO	%
		A	B	C = A x B	
TRANSPORTE SUBTOTAL (P)				\$0,00	0,00%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, 23 de agosto de 2024

COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$334,14	100,00%
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15%	\$50,12	
OTROS INDIRECTOS	0,00%	\$0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$384,26	
VALOR OFERTADO		\$384,26	



**ANEXO C: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA
DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (PDAR) EN ADMISIONES ESPOL
(CAMPUS GUSTAVO GALINDO)**

Índice

PRESENTACIÓN DEL MANUAL	2
OBJETIVOS	3
ALCANCE	3
DESCRIPCIÓN DE LA PDAR	5
ETAPAS DEPURADORAS	5
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AFLUENTE Y EFLUENTE	9
PREPARACIÓN Y OPERACIÓN	10
CONTROL FÍSICO QUÍMICO	13
ACTIVIDADES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA	16
ACTIVIDADES GENERALES	22
HERRAMIENTAS Y MATERIALES DE TRABAJO	22
EQUIPOS	23
GLOSARIO DE TÉRMINOS	24
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27

1. PRESENTACIÓN DEL MANUAL

Este manual proporciona directrices para la operación y mantenimiento de una planta depuradora de agua residual que utiliza el proceso de lodos activados. La planta está diseñada para garantizar una depuración eficiente y seguro del agua residual.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Asistir de guía al personal encargado de la operación y mantenimiento de la Planta Depuradora de Aguas Residuales (PDAR) de Admisiones ESPOL brindando las herramientas que aseguren la vida útil de la infraestructura de la planta y garanticen un efluente depurado dentro los Límites Máximo Permisibles (LMP), exigidos por la normativa ambiental vigente.

2.2 ESPECÍFICOS

1. Documentar procedimientos de operación de la PDAR mediante la elaboración de una guía detallada para la orientación del personal en el uso adecuado de la infraestructura y su funcionamiento eficiente.
2. Establecer directrices de mantenimiento preventivo para la PDAR mediante la identificación de tareas específicas y su frecuencia, con el fin de maximizar la vida útil de la infraestructura.
3. Servir de guía para la mejorar permanente de cada una de las actividades que involucran la operación y mantenimiento de la planta depuradora, mediante la disposición de información ordena y sistemática referente a la planta para su repotenciación.

4. Guiar al personal operativo y de mantenimiento de la PDAR a través de las especificaciones de operación de los equipos e instalaciones para su optimización.

3. ALCANCE

Este manual abarca todas las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento de la planta, incluyendo, pero no limitado a:

1. Descripción general de la planta: Diseño, sus componentes principales, los procesos y operaciones unitarias además de diagramas de flujo.
2. Procedimiento de operación: Arranque puesta en marcha, calibración, operación normal, limpieza y desinfección.
3. Mantenimiento predictivo: Tareas de mantenimiento programadas dentro de tiempos indicados, inspección de equipos, reparación de averías, lubricación y ajustes de equipos.
4. Mantenimiento preventivo: Tareas de mantenimiento que se llevan a cabo en intervalos regulares, independientemente del estado del equipo, con el fin de prevenir fallas y asegurar un funcionamiento eficiente y continuo.
5. Mantenimiento correctivo: Acciones realizadas para reparar un equipo o sistema que ha fallado o ya no funciona correctamente, se lo realiza cada vez que se identifica o presenta el problema. Incluye reparaciones, reemplazos de componentes o determinados ajustes para que el equipo vuelva a funcionar.
6. Control de calidad: Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del afluente, lodos y efluentes.
7. Seguridad industrial: Normas de seguridad, uso de equipos de protección personal, además de procedimientos de emergencia y primeros auxilios.

8. Gestión de desechos y aprovechamiento de residuos: Manejo y disposición final de los lodos cumpliendo con la normativa ambiental y generando una económica circular con los residuos de la planta.
9. Registro y documentación: Llenado de registros operativos y mantenimiento histórico, generación de reportes del control de calidad y cumplimiento de la normativa nacional.
10. Ajustes y calibración: Modificaciones en el sistema para optimizar su funcionamiento.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PDAR

La Planta Depuradora de Aguas Residuales propuesta está compuesta por un sistema de pretratamiento con rejillas medianas, seguida de un proceso biológico de depuración compuesto por un sistema de aireación, con una profundidad en el tanque de 2,8 metros. Este sistema con difusores provee la cantidad de aire necesario para la degradación de la materia orgánica. En el sistema de clarificación, se emplea el equipo de DAF, cuenta con un tanque rectangular que presenta pendiente en el fondo para la sedimentación de los lodos. El sistema es conocido como un proceso de Lodos Activados y la modalidad implementada es por Aeración Extendida. Para completar el proceso los lodos que genera el sistema serán deshidratados mediante los lechos de secado.

5. ETAPAS DEPURADORAS

La planta realiza 3 etapas:

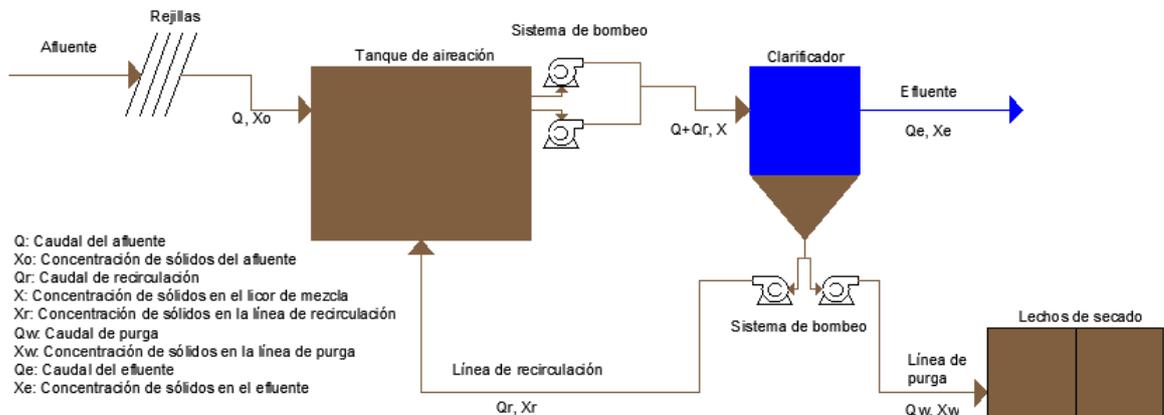
- a. Pretratamiento (sistema de rejillas)
- b. Depuración secundaria: Lodos activados (Sistema de aireación) + decantación (DAF)

c. Tratamiento de lodos (Lechos de secado)

la Figura E.1, esquematiza la estructura de las operaciones y procesos unitarios de la PDAR.

Figura E.1

Diagrama de procesos y operaciones unitarias de la PDAR



5.1 PRETRATAMIENTO (SISTEMA DE REJILLAS)

En esta etapa es muy importante que se separen los elementos gruesos, arenosos y grasas que llegan a la planta junto con el agua residual, para que en las siguientes etapas no causen daños a los equipos, obstrucciones en las tuberías o se presenten materiales flotantes que generan una apariencia estética y ambiental desagradable. De igual forma, si este proceso se descuida afecta la eficiencia de la planta.

Las rejillas tienen un ancho de 1.12 m y una separación entre barras de 1.5 cm (Figura E.2)

Figura E.2

Sistema de rejilla de la PDAR



El agua cruda ingresa al sistema de rejillas y por acción de la gravedad continua su flujo hacia el tanque de aireación en donde se realiza la depuración secundaria que consiste en lodos activados.

5.2 DEPURACIÓN SECUNDARIA: LODOS ACTIVADOS

Los lodos activados realizan un proceso biológico mediante microorganismos aerobios que se encargan de descomponer los desechos, los cuales crecen y se mezclan como resultado a la aireación, forman flóculos que constituyen una masa microbiana activa conocida como “lodo activado”. La combinación de los lodos activados con el agua residual se conoce como “licor mezclado”.

Una vez que los lodos activados se mezclan con el agua residual los microorganismos se nutren de la materia que se encuentra en el agua contaminada, a este proceso se lo denomina oxidación. Para que el proceso de lodos activados se

realice eficazmente se deben formar una comunidad de microorganismos capaces de descomponer la materia orgánica, los flóculos se deben sedimentar adecuadamente para que se obtenga un lodo concentrado que se puede recircular y a su vez un sobrenadante clarificado.

El tanque de aireación tiene una longitud de 7,85 m, un ancho de 3,65 m y una profundidad de 2,80 m. El clarificador consta de una longitud de 4,1 m y un ancho de 1,25m y una profundidad de 3.35 m se ubican difusores de burbuja fina que funcionan en conjunto con un sensor de oxígeno, el sensor envía una señal para encender los equipos si concentración de oxígeno disuelto se encuentra por abajo o encima del rango de 0,5-2 mg/L. En los climas ecuatoriales como el de este proyecto, donde la temperatura promedio anual es de 24,1°C, se recomienda mantener un valor entre 1,2 y 1,5 mg/L.

Al inicio, se debe programar que la recirculación de los lodos del clarificador (DAF) al tanque de aireación se realice cada 3 horas, después se debe ajustar de acuerdo al comportamiento del sistema. De manera paralela el proceso de purga de lodos se ejecutará diariamente por un periodo de 1 minuto y 35 segundos, de igual forma, también deberá ser ajustado en la etapa de calibración.

5.3 TRATAMIENTO DE LODOS EN LECHO DE SECADO

La función principal de la planta depuradora es eliminar contaminación presente en el agua que ingresa. A medida que el agua pasa por las diferentes operaciones y procesos unitarios, esta contaminación se transforma y producen lodos, gases entre otros productos. Una vez que los lodos alcanzan su vida útil, se sedimentan en el clarificador a través de una tolva; parte de ellos se devuelve a la línea de recirculación que se dirige al

tanque de aireación, y otra parte se purga hacia el exterior. Este último, se coloca en lechos de secado, donde se elimina el agua mediante evaporación, permitiendo que el producto final sea aprovechado y reutilizado en la agricultura como compost, que actúa como abono para los cultivos.

6. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AFLUENTE Y EFLUENTE

En la planta depuradora, es necesario llevar a cabo controles de calidad tanto del afluente como del efluente para evitar fallos en el funcionamiento de los equipos y evaluar su eficiencia, así como para comprobar la calidad del agua que se vierte en el cuerpo receptor.

El muestreo debe realizarse en la entrada y salida de la planta depuradora, y las muestras de agua residual deben seguir un método estándar (regulado por normas y procedimientos). Este procedimiento implica el uso de recipientes de muestreo, que deben lavarse tres veces con agua de cada punto de análisis (*en función del ensayo que será realizado, si es coliformes, por ejemplo, no puede realizar esta práctica*). Luego, se toman las diferentes muestras, las cuales deben ser almacenadas en un sector refrigerado (que mantenga la temperatura en 4°C) o en hieleras antes de ser enviadas al laboratorio para realizar diversos ensayos, como DBO5, DQO, SST y coliformes fecales. Además, se deben medir in situ parámetros como pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad. Adicional se debe tener presente el tipo de material con el que se recolecta la muestra, la cantidad y si requiere o no un conservante; también deben tener presente respetar los tiempos máximos entre la toma de la muestra y el inicio del ensayo. En caso de que uno de los criterios falle es preferible no realizar el ensayo, los resultados no serán válidos, No olvide tampoco llenar los datos de campo donde se registran los aspectos del clima, ubicación, puede hacer un pequeño esquema, etc.

7. PREPARACIÓN Y OPERACIÓN

7.1 Trabajos preliminares

Luego de que la planta depuradora ha sido completamente instalada; y las conexiones de las tuberías de entrada y salida, de drenaje y las conexiones eléctricas están listas, el sistema depurador está prácticamente listo para operar. Consideraciones:

- a. Asegúrese de que ni arenas ni material extraño entren al tanque de aireación.
- b. El alcantarillado de entrada debe estar conectado adecuadamente al sistema preliminar y debe estar libre de polvo, rocas y otros materiales.
- c. La cámara de ingreso debe estar limpia y libre de objetos que obstaculicen el paso del agua.
- d. Los difusores de burbuja fina deben ser revisados para asegurarse de han sido instalados apropiadamente y que se encuentran limpios
- e. Verificar que tanto el clarificador, bombas de impulsión y bombas de lodos estén limpias.
- f. Los equipos mecánicos deben ser revisados para su lubricación, se requiere lubricar los equipos de acuerdo con las recomendaciones y frecuencias que indiquen cada uno de los fabricantes.
- g. Verificar el sentido de rotación de los motores es el correcto, caso contrario, los cables de conexión deben ser intercambiados para lograr la rotación adecuada.

7.2 Puesta en marcha inicial

Luego de que el sistema ha sido revisado en su totalidad y esté listo para arrancarlo, debe ingresar el afluente.

- a. Antes de arrancar las unidades de aireación, el operador debe asegurarse de que el sensor de oxígeno disuelto este sumergido.
- b. Para arrancar el soplador verifique que los breakers en el panel de control eléctrico están en la posición ON.
- c. Las llaves de control de cada tubería que conecta con los difusores deberán ser ajustadas si es necesario, para producir una cantidad aproximadamente igual de aire por cada difusor.
- d. Es necesario acumular sólidos residuales y organismos biológicos en suficiente concentración para formar un buen lodo activado. Este proceso puede llevar varios días o semanas de operación en función del volumen y de la concentración del afluente.
- e. Bajo flujo y afluente de baja contaminación, son frecuentemente característicos en el periodo inicial de puesta en marcha lo cual atrasa el desarrollo de un buen lodo activado, sin embargo, a medida que ellas se desarrollan y se aclimatan, se logran excelentes resultados.
- f. Si el flujo inicial del afluente es cercano al flujo de capacidad de diseño, se está llegando a las condiciones normales de operación, eso significa que debe contar con un incremento de la tasa de formación de lodos activados; por tanto, es recomendable obtener una cantidad de lodos activados de una planta cerca para depositarlos en el tanque de aireación para acelerar el proceso.
- g. En el caso de que el suministro de oxígeno sea bajo; el agua del tanque de aireación tomará un color gris oscuro o negro, con un olor característico a huevos podridos (sulfuro de hidrógeno), por consiguiente, la eficiencia de la depuración

disminuirá notablemente, si este es el caso se debe incrementar el suministro de aire rápidamente. Esto puede suceder cuando la concentración del oxígeno disuelto sea menor a 0,5 mg/L en el tanque de aireación, el poco Oxígeno se agotará y el sistema será séptico.

- h. Controlar los valores del oxígeno disuelto medido por el sensor diariamente tan pronto como la operación de la planta empieza, verificando que se encuentren dentro del rango de 0,5 a 2,0 mg/L y no olvide de mantenerlo entre 1,2 y 1,5 mg/L.
- i. Si el lodo ha envejecido (*situación que se presenta cuando no existe suficiente extracción de lodos*) flotarán materiales en la superficie del agua del clarificador. Por tanto, primero realizar la extracción de lodo y enviar al lecho de secado, luego priorizar la remoción de espuma durante este periodo inicial, evitando acumulaciones en las superficies del clarificador volviéndolo séptico y formando espuma.

7.3 Control operativo.

Mantener el pH del licor del tanque de aireación entre 6 a 8, para incentivar un crecimiento microbiano apropiado, y para evitar el crecimiento de hongos.

Para ajustar el pH se recomienda dosificar el uso de cal u otro álcali o base. Esta acción se propone en situaciones ocasionales, debido a que la adición de estos productos influye en el proceso biológico de depuración.

El aumento de la recirculación reduce la pérdida de sólidos en el efluente. La retención del lodo durante períodos prolongados de tiempo en el sedimentador crea

condiciones anóxicas controladas de ciertos organismos filamentosos oxidantes, que son los que provocan el ascenso de los lodos observados en el clarificador.

8. CONTROL FÍSICO QUÍMICO

Programa mínimo que debe realizarse en la PDAR de admisiones, con el objetivo de que se garantice que la descarga para que cumpla con la normativa. Para esta actividad se debe contar con un equipo o kit de campo, para el análisis de aguas residuales.

Parámetros	Puntos de muestreo	Frecuencia de análisis sugerida inicial (cambiar de acuerdo con los procesos de puesta en marcha y calibración)	Observaciones
pH	Entrada y salida de la planta	Mínimo tres veces al día, en la mañana entre las 7 y 8h00, luego al medio día, entre las 12 y 14h00. Y al final de la jornada, entre las 16 y 17h00. Es preferible que exista un sensor que lo mida de forma permanente con alarmas cuando sale del rango “normal”.	Para detectar posible contaminación en la alimentación
Sólidos disueltos totales	Entrada y salida de la planta	Diario	Evaluar la carga contaminante.

Conductividad	Entrada y salida de la planta	Diario	Monitorear la salinidad y detectar contaminantes inorgánicos
Oxígeno Disuelto	Entrada y salida de la planta	Mínimo tres veces al día, en la mañana entre las 7 y 8h00, luego al medio día, entre las 12 y 14h00. Y al final de la jornada, entre las 16 y 17h00. Es preferible que exista un sensor que lo mida de forma permanente con alarmas cuando sale del rango “normal”.	Para verificar si el sistema de aireación está funcionando

Por otro lado, existen parámetros que no se pueden medir en campo y deben recolectarse muestras y ser enviadas a un laboratorio, para la óptima recolección y conservación revisar NTE INEN 2169 Tabla 1.

Parámetros	Puntos de muestreo	Frecuencia de análisis sugerida inicial (cambiar de acuerdo con los procesos de puesta en marcha y calibración)	Observaciones
------------	--------------------	---	---------------

DBO ₅	Entrada y salida de la planta	Una vez por mes	Para verificar eficiencia de la depuración
DQO	Entrada y salida de la planta	Una vez por mes	Para verificar la remoción de químicos
SST	Entrada y salida de la planta	Una vez por mes	Verificar eficiencia de remoción de sólidos
Colchón de lodos	Entrada y Salida de la planta	Una vez por semana	Para mantener un colchón de lodos adecuado.
Nitrógeno amoniacal	Entrada y salida de la planta	Dos veces por año	Verificar eficiencia de la depuración.
Nitritos	Entrada y salida de la planta	Dos veces por año	Verificar eficiencia de la depuración.
Nitratos	Entrada y salida de la planta	Dos veces por año	Verificar eficiencia de la depuración.

Fósforo	Entrada y salida de la planta	Dos veces por año	Verificar eficiencia de la depuración.
Ensayo V30	En la salida del tanque aireador	Una vez por semana	Verificar eficiencia de remoción de sólidos suspendidos en el sedimentador
Coliformes fecales	Salida de la planta	Una vez por día	Verificar la remoción

8. ACTIVIDADES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

9.1 SISTEMA DE REJILLAS

- 1** Limpiar, eliminar el moho y las natas diariamente que se acumulan en la salida de la tubería de captación de agua residual en la entrada del pretratamiento.
- 2** Comprobar que no haya obstrucciones en las rejillas.
- 3** Verificar que no haya presencia de óxido en las barras de la rejilla.
- 4** Retirar los residuos sólidos que quedan en el tanque de pretratamiento y que podrían obstruir el flujo del afluente hacia el tanque de aireación. Si la rejilla no es vigilada y limpiada regularmente, puede impedir el paso del agua y provocar refluo.

- 5 Los residuos recolectados, al tener características similares a la de los desechos sólidos (basura), se pueden disponer de forma directa para su debida recolección.
- 6 La constante acumulación de pequeños desechos en las barras puede ser una fuente de olor, por lo que es necesario limpiar esta área hasta dos veces al día, por la mañana y por la tarde.
- 7 Para la recolección de los sólidos, el operador debe utilizar guantes de plástico que lo protegen del contacto directo y de posibles enfermedades.
- 8 Limpiar todas las semanas con agua a presión todas las rejillas, emplear una manguera a presión.
- 9 Revisar una vez cada 6 meses, las rejillas y si se encuentran puntos de corrosión. Limpiar, cambiar o pintar, lo que amerite.

9.2 TANQUE DE AIREACIÓN

Actividades diarias:

- 1 Ajustar el caudal de aire proporcionado a los difusores según las necesidades del proceso.
- 2 Asegurarse de que los difusores estén funcionando adecuadamente y distribuyendo el aire de manera uniforme.
- 3 Inspeccionar y mantener compresores y bombas de aire, asegurando su correcto funcionamiento.
- 4 Verificar conexiones y mangueras en busca de fugas.
- 5 Calibrar regularmente los sensores de oxígeno disuelto y otros instrumentos de medición.

Actividades semanales:

1. Realizar limpieza alrededor de toda la instalación, para evitar crecimiento de plantas que pueden ser guarida de animales y roedores.

Actividades anuales:

2. Realizar limpieza de los difusores, comienza con inspecciones y limpieza cada 6-12 meses, pero si las condiciones operativas lo requieren se deben ajustar a cada 3-6 meses; para eliminar acumulaciones de lodo o incrustaciones que puedan afectar su rendimiento.
3. Inspeccionar la estructura de concreto, verificar la integridad estructural, localizar signos de corrosión o deterioro.
4. En climas cálidos o en tanques con alta exposición al sol, el crecimiento de algas puede ser más rápidos, el tanque de aireación podría requerir limpiezas, cada 3-6 meses, esta consideración puede ajustarse según las observaciones realizadas durante las inspecciones regulares.

Observaciones para considerar en el sistema de aireación, en este caso difusores de aire:

OBSERVACIÓN	CAUSAS PROBABLES	POSIBLES SOLUCIONES
Fuerte turbulencia en la superficie del tanque burbujas mayores a ½"	Sobre aeración que causa elevada concentración de oxígeno disuelto o rompimiento del flóculo	Ajustar el flujo de aire. Sustituir los difusores.

Mezcla desigual o zonas sin mezclado.	Difusores tapados. Fugas en la tubería de aire. Flujo de aire demasiado bajo.	Los difusores deben limpiarse. Revisar la tubería y las conexiones de aire. Incrementar el flujo de aire.
Bajo nivel de oxígeno disuelto y olor séptico del licor mezclado,	Sub aeración. SSLM demasiado altos.	Chequear que exista una mezcla adecuada en el tanque de aeración, si no es así, incrementar la aeración. Ajuste los SSLM para una relación A/M adecuada.
Mayores requerimientos de oxígeno sin cambios aparentes en la carga orgánica o hidráulica.	Fugas en la tubería de aire	Verificar fugas en la tubería de aire.

9.3 DAF

1. Medir la concentración de sólidos suspendidos y otros contaminantes en el efluente, revisar en el manual ítem 8 “Control Físico químico”
2. Verificar el estado de las superficies del DAF, incluyendo el flotador y los canales de desbordamiento.

3. Limpiar las superficies internas del DAF para eliminar acumulaciones de lodos y residuos.
4. En cuanto a la acumulación de lodos, el operador tiene que raspar la tolva del clarificador, con la finalidad de impulsar hacia abajo el lodo que se acumula en las paredes de esta, para un fácil retorno al tanque de aireación.
5. Si existe grasa en el tanque, se debe retirar de forma manual.
6. El personal que vaya a realizar actividades en el DAF debe emplear el equipo de protección personal adecuado (EPPs), no debe tener ninguna herida en el cuerpo expuesta que puede ser propensa a estar en contacto con el agua residual e infectarse.

9.4 PURGA DE LODOS

1. Para el sistema de purga de lodos existirá una válvula que estará conectada al clarificador por medio de tuberías de PVC, si al abrir esta válvula la concentración de lodos es baja puede existir una obstrucción o concentración de lodos al final de la tolva del clarificador, raspar y mover cuidadosamente estos para su correcta purga.
2. Los lodos deben dejarse secar durante 7 días, y luego ser recolectados para su aprovechamiento como fertilizante.
3. Inspeccionar el lecho de secado después de cada ciclo de secado, evaluando el estado del material filtrante. Debe buscar signos de bloqueo, acumulación de sólidos o reducción en la eficiencia de drenaje.
4. Si se observa una ligera acumulación, el material filtrante puede ser rastrillado o aireado para prevenir la compactación y mejorar el flujo.

5. Si ciertas áreas están más afectadas puede considerar un reemplazo parcial del material filtrante.
6. Si el tiempo de secado se incrementa, puede ser un indicador de que el material filtrante ha perdido su efectividad y requiere un cambio, inicialmente se considera un cambio cada 5 a 10 años, este tiempo puede ajustarse de acuerdo con la eficiencia de secado.
7. Los lixiviados generados al filtrar el lodo deben descargarse por la tubería que conecta el sistema de lechos de secado con el tanque aireación, no se deberán descargar al suelo ni al bosque de forma directa por ningún motivo.

9.5 SISTEMA ELÉCTRICO

1. Controlar el voltaje y la corriente en los diferentes equipos eléctricos.
2. Verificar el funcionamiento de los sistemas de control y automatización.
3. Mantener un registro de los consumos eléctricos y cualquier anomalía detectada durante la operación.
4. Revisar regularmente interruptores, contactores y relés para asegurar su correcto funcionamiento.
5. Inspeccionar motores eléctricos y bombas en busca de signos de desgaste o daños.
6. Verificar el estado del cableado eléctrico, buscando signos de deterioro, cortocircuitos o conexiones sueltas.
7. Hay que asegurarse que las conexiones estén bien apretadas y libres de corrosión.
8. Comprobar el funcionamiento de fusibles y disyuntores, reemplazando los que estén defectuosos.

9. Limpiar el interior de los tableros eléctricos para eliminar polvo y suciedad que puedan afectar el funcionamiento.
10. Retirar cualquier residuo o material inflamable cerca de los equipos eléctricos.
11. Limpiar las rejillas de ventilación de los equipos eléctricos para asegurar una adecuada circulación de aire.
12. Realizar desinfección en áreas donde se manipulan componentes eléctricos, siguiendo las normativas de seguridad.

10 ACTIVIDADES GENERALES

1. Limpiar y eliminar los residuos que se generan en los tanques.
2. Mantener la rejilla del pretratamiento de la planta en condiciones de limpieza, retirando materiales no degradables como papeles, toallas sanitarias, etc. Estos elementos deben ser desechados como residuos sólidos.
3. Limpiar las entradas y salidas de las tuberías del afluente y efluente, respectivamente.
4. Comprobar que la operación eléctrica sea adecuada (amperaje y voltaje).
5. Verificar que los equipos de bombeo y aireación estén funcionando correctamente.
6. Revisar y, si es necesario, destapar la tubería de recirculación de lodos.
7. Asegurarse de que la válvula de la tubería de purga de lodos esté en buen estado.

11 HERRAMIENTAS Y MATERIALES DE TRABAJO

Se proponen las siguientes herramientas y materiales para la operación de la planta, las cuales deben almacenarse en el cuarto de utilería, ver ubicación en los planos respectivos.

1. **Espátula y pala:** se utilizan para retirar los residuos del sistema de rejillas y del tanque por donde circula el agua hasta llegar al tanque de aireación.

2. **Cepillo de alambre:** sirve para eliminar, si es necesario, el exceso de óxido de las barras de la rejilla.
3. **Manguera a presión:** se emplea para limpiar las instalaciones de la planta.
4. **Recoge hojas:** facilita la limpieza; su diseño ovalado y su base plana permiten recoger de manera eficiente hojas, natas y otros desechos flotantes en el tanque de aireación, evitando que se hundan y se acumulen en el fondo.
5. **Carretilla:** es útil para transportar lodos y los residuos generados durante la limpieza de la PDAR.
6. **Escoba:** se utiliza para barrer y recoger la suciedad o restos de residuos generados durante el mantenimiento de la planta.
7. **Recipientes:** se emplean para tomar muestras del afluente y efluente en la entrada y salida de la planta, respectivamente.
8. **Gautes de caucho:** se utilizan para manipular herramientas de limpieza.
9. **Mascarilla industrial:** proporciona protección contra olores y ayuda a prevenir posibles infecciones respiratorias.

12 EQUIPOS

En la tabla a continuación se encuentran datos técnicos de los equipos que forman la planta de depuración de aguas residuales de Admisiones ESPOL.

COD	EQUIPO	USO	CANTIDAD	POTENCIA	AMPERAJE	RPM
C1	Compresor aire	100 galones	1	3 HP (C)	14 A	1710
B2	Bomba sumergible	Elevación	2	5 HP (M) 220V	60Hz	1710
S1		Aireación	1	1 HP	6A	3450

	Soplador regenerativo			220V-3F	60Hz	
M3	Moto reductora	Agitador de lodos	1	0.5 HP 220V-3F	1.9 A 60Hz	1590
M4	Motor	Barredora lodos	1	0.5 HP 220V-3F	1.88 A 60Hz	1615
B6	Bomba neumática	Traslado lodos	2	Salida 1 1/2	-	-
B7	Bomba multietapa	Riego	1	5 HP 220V-3F 8	20 A 60Hz	3500

Para mantenimiento de cada uno de los equipos se recomienda leer el manual de funcionamiento del fabricante.

13 GLOSARIO DE TÉRMINOS

AFLUENTE: Es el agua residual u otro líquido que ingrese a la planta depuradora o proceso de depuración.

ANAEROBIO: Microorganismo que puede vivir sin oxígeno.

ANÓXICO: Pobre en oxígeno libre; sin oxígeno libre, pero tiene oxígeno combinado.

BIODEGRADABLE: Compuesto que tiene la capacidad de ser mineralizado.

BIODEGRADACIÓN: Eliminación de un compuesto orgánico del agua o de un ecosistema por la actividad de los microorganismos.

EFLUENTE: Líquido que sale de un proceso o planta depuradora de aguas residuales y va a la descarga.

ESTABILIZAR. Convertir a una forma que resiste el cambio. La materia orgánica es estabilizada por las bacterias convirtiéndola a gaseosa y otras sustancias relativamente inertes. La estabilización de la materia orgánica no produce malos olores.

FACULTATIVAS. Las bacterias facultativas pueden usar tanto el oxígeno molecular disuelto como el oxígeno obtenido de los nutrientes como los iones sulfato o nitratos. En otras palabras, las bacterias facultativas pueden vivir en condiciones aerobias o anaerobias.

LICOR MEZCLADO. En un sistema de lodos activados es la mezcla de dichos lodos activados y el agua residual que se encuentra en el tanque de aeración.

OXIDACIÓN: La oxidación es la adición de oxígeno, remoción de hidrógeno o remoción de electrones de un elemento o compuesto. En la depuración de aguas residuales, la materia orgánica se oxida a sustancias más estables. El opuesto de la oxidación es la reducción.

TASA DE CRECIMIENTO: Es la velocidad a la cual crecen los microorganismos.

14 ABREVIATURAS

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno al quinto día.

DQO: Demanda química de oxígeno.

F/M: Relación Alimento / microorganismos.

l/s: Litros por segundo

mg/l o mg/L: Miligramos por litro

m V: Milivolts

m²: Metros cuadrados

m³: Metros cúbicos

m³/min : Metros cúbicos por minuto

OD: Oxígeno Disuelto

PL: Purga de lodos

Q: Caudal/Flujo en m³/min

SSLM: Sólidos suspendidos de licor mezclado

SS: Sólidos suspendidos

SST: Sólidos suspendidos totales

SSV: Sólidos suspendidos volátiles

SSF: Sólidos suspendidos fijos

SDT: Sólidos disueltos totales

TCO: Tasa de consumo de oxígeno

TER: Tasa específica de respiración

TMRC: Tiempo medio de retención

15. CONCLUSIONES

1. Este manual se elaboró como una herramienta fundamental para el equipo responsable de la operación y mantenimiento de la PDAR de Admisiones ESPOL. Al registrar procedimientos de manera clara, se garantiza que todos los operadores tengan acceso a información esencial que favorezca un uso adecuado y eficiente de la infraestructura.
2. Al recopilar información de forma diaria y detallada de la planta permitirá estandarizar los procedimientos operativos, reducir errores, mejorar la seguridad y

facilitar la transferencia de conocimientos, por tanto, se contribuye así a la sostenibilidad y mejora continua de la PDAR.

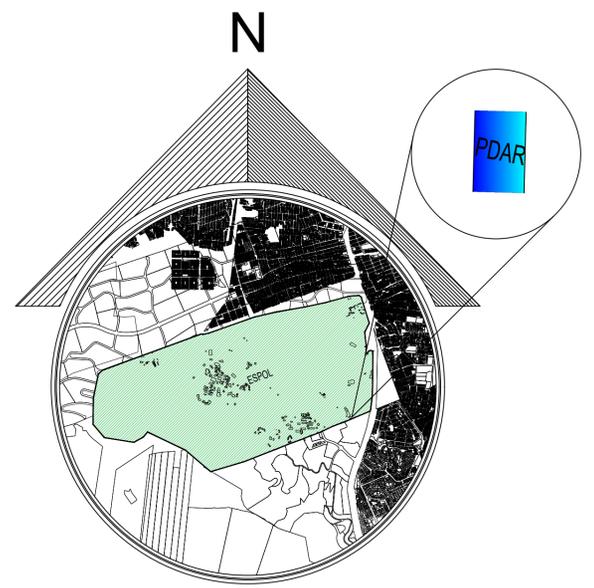
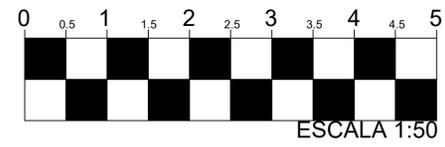
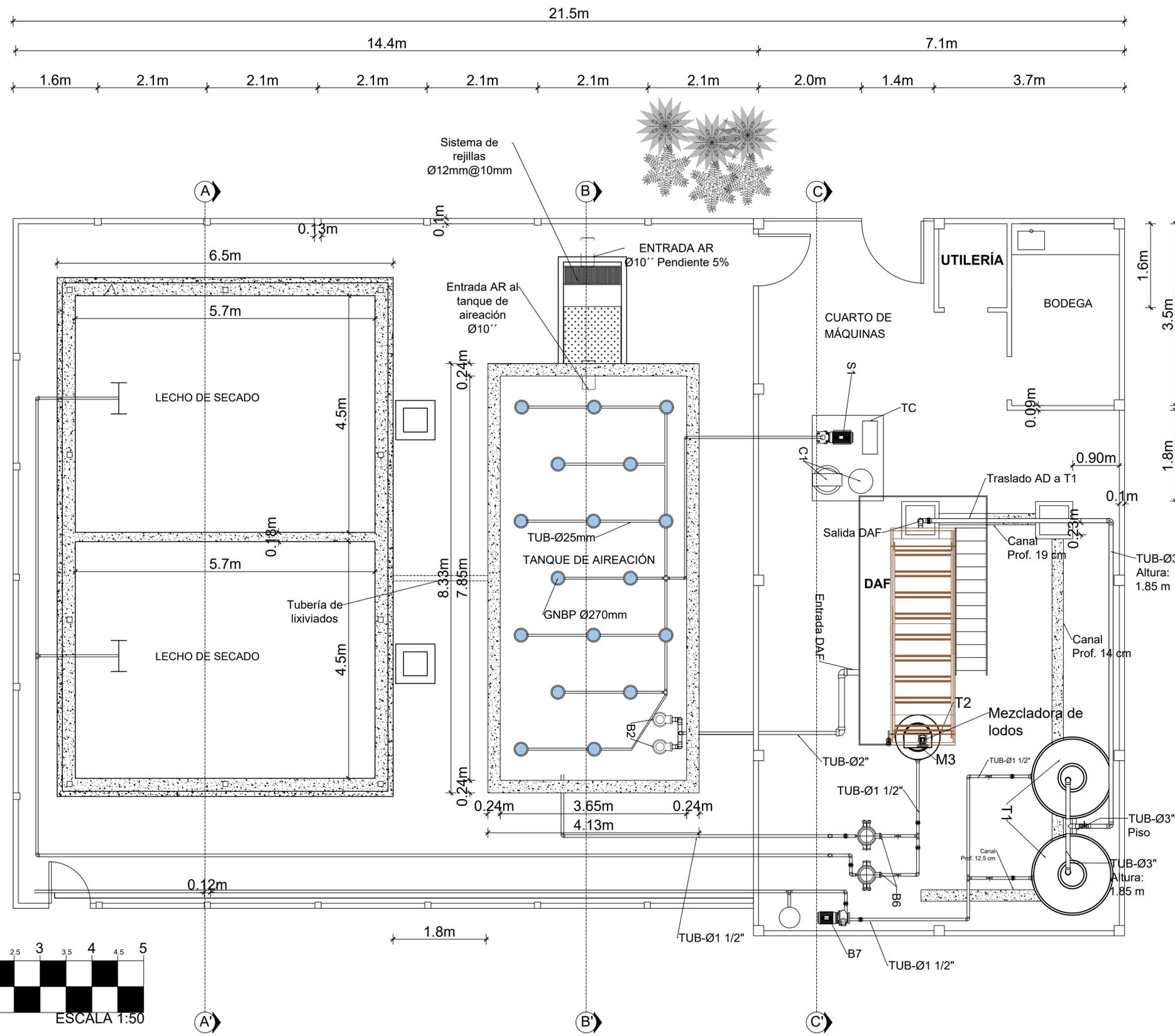
3. En el manual se presentan pautas de mantenimiento preventivo, con tareas específicas y su respectiva frecuencia, es vital para extender la vida útil de la planta. Estas acciones no solo ayudan a evitar fallos imprevistos, sino que también contribuyen a la sostenibilidad operativa y a la reducción de costos a largo plazo.
4. La guía detallada, permitirá al personal técnico designado a la PDAR llevar a cabo las tareas en el tiempo inicial de manera eficiente y segura. Esto se traducirá en una mejora en la calidad del efluente, y una reducción en el consumo energético.

16. RECOMENDACIONES

1. Es importante que se designe a una o varias personas responsables solo si se requiere de apoyo adicional, estas personas deberán igualmente interiorizarse y capacitarse en forma completa del sistema de depuración.
2. Se recomienda que la persona responsable y cada uno de los operadores en turno, deberán leer y entender este manual y los de los equipos que forman la planta, ya que de esto depende los resultados que se obtengan, además es necesario utilizar los equipos de seguridad necesario para su la protección del operario.
3. Es necesario el registro de todas las actividades, anomalías y problemas en la bitácora correspondiente por parte del operario y la toma de parámetros debe campo deben llevarse a cabo en el tiempo indicado para la mejora continua de este manual y la repotenciación de la planta.

4. La planta cuenta con todo lo necesario para la producción de agua de calidad siempre y cuando no se rebase de los límites de caudal de diseño y grado de contaminación original.
5. Se recomienda mantener las áreas dentro y fuera de la planta limpias, así como emplear el equipo de protección adecuado y no exponerse a contaminación.

ANEXO D: PLANOS DEL LA PDAR DE ADMISIONES ESPOL



UBICACION:
 Provincia: Guayas Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Cantón: Guayaquil Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Parroquia: Tarqui Distribuidor de tráfico y Calle 18I N.O.
 Sector: 097 Manzana: 0080

SIMBOLOGÍA

- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- S1** Soplador regenerativo - Sistema de aireación
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

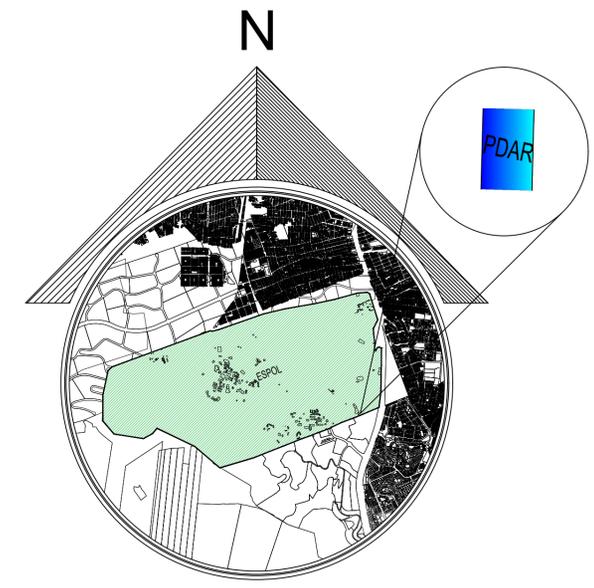
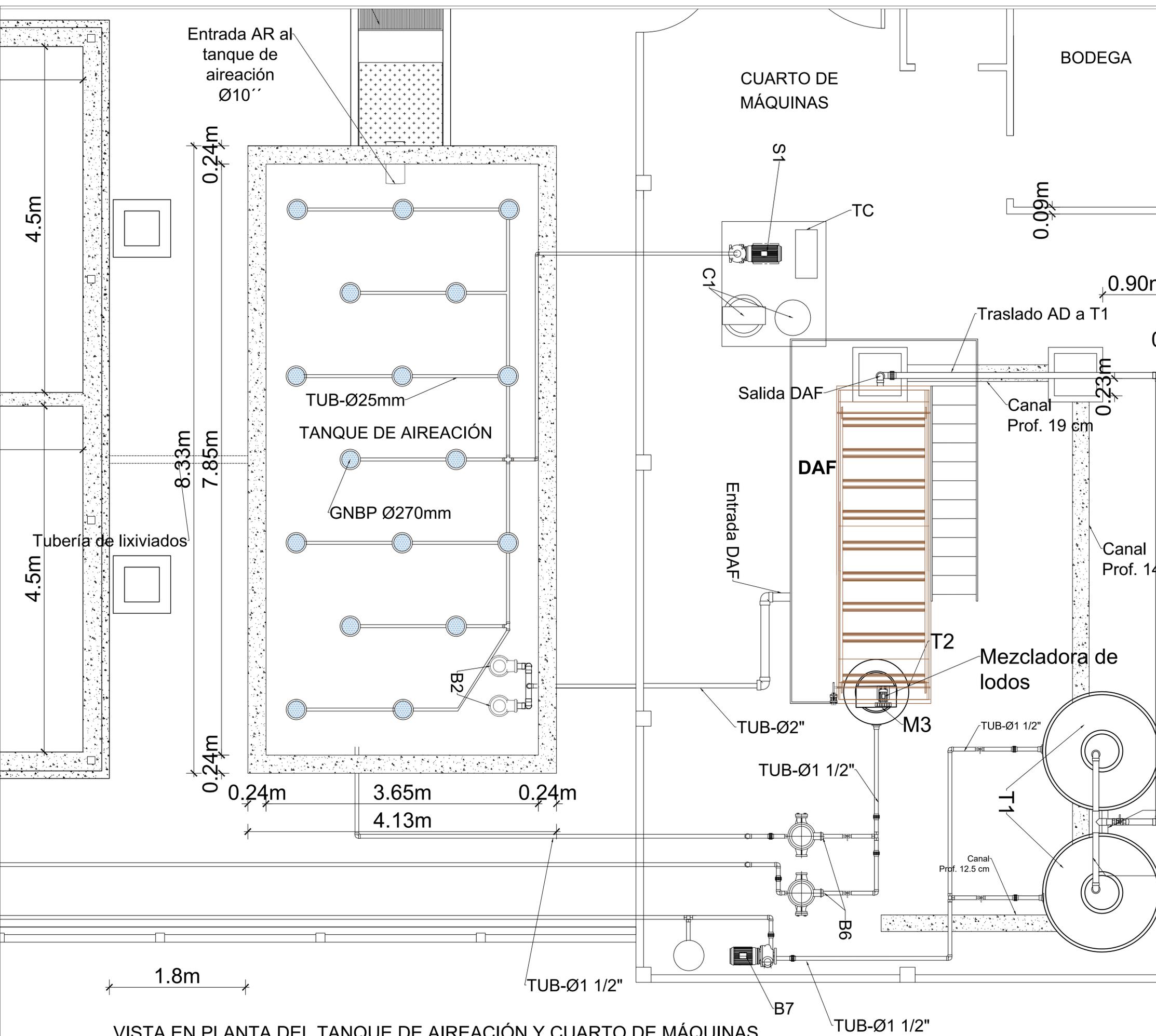
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

CONTENIDO: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA PLANTA D.A.F

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Estudiantes: Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 8 de Agosto, 2024
Tutor a Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	Lámina: A 1/5	Escala: 1:50

VISTA EN PLANTA
 ESC 1:50



UBICACION:
 Provincia: Guayas
 Cantón: Guayaquil
 Parroquia: Tarqui
 Sector: 097
 Manzana: 0080
 Solar: 000
 Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.

SIMBOLOGÍA

- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- S1** Soplador regenerativo - Sistema de aireación
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

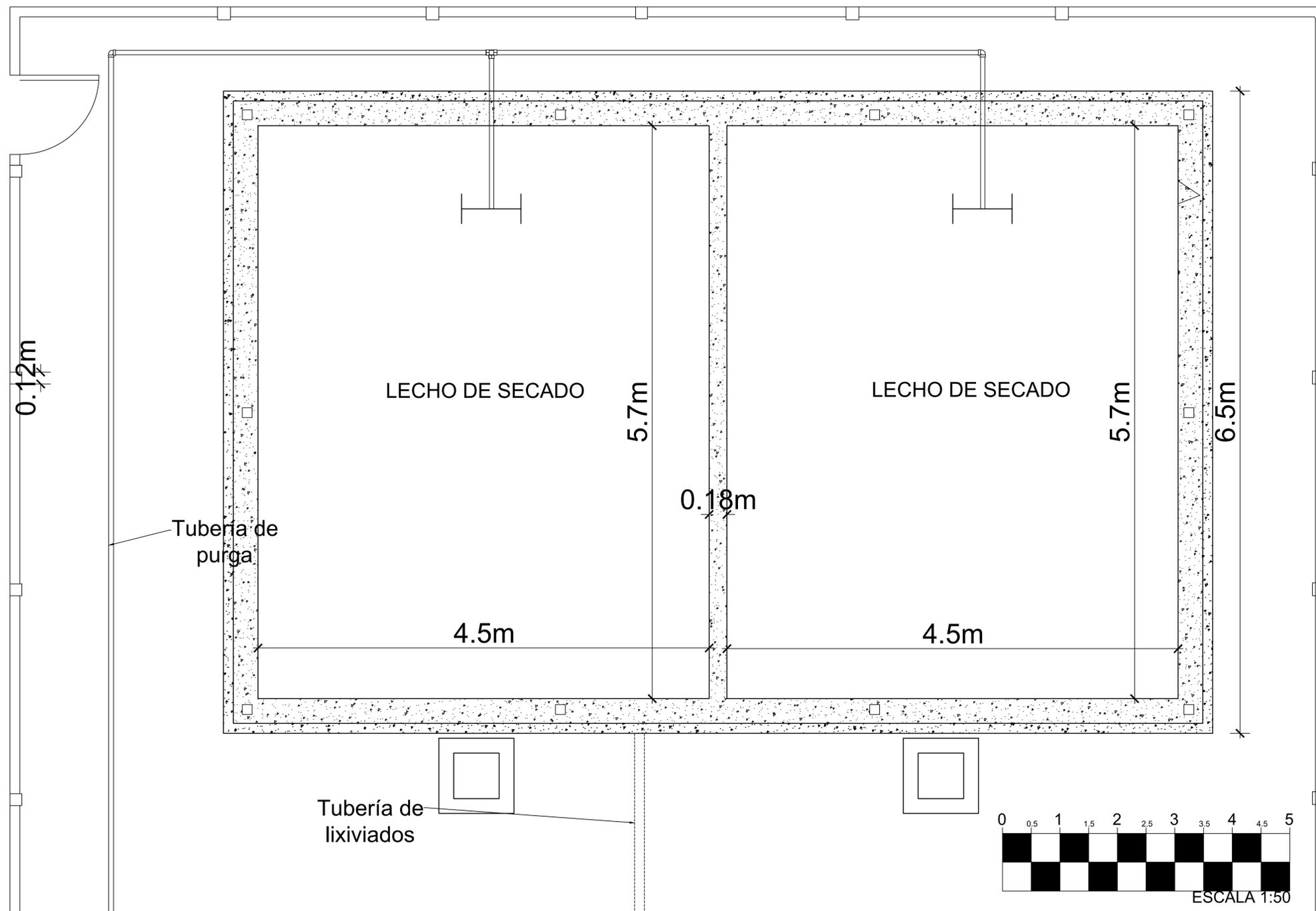
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

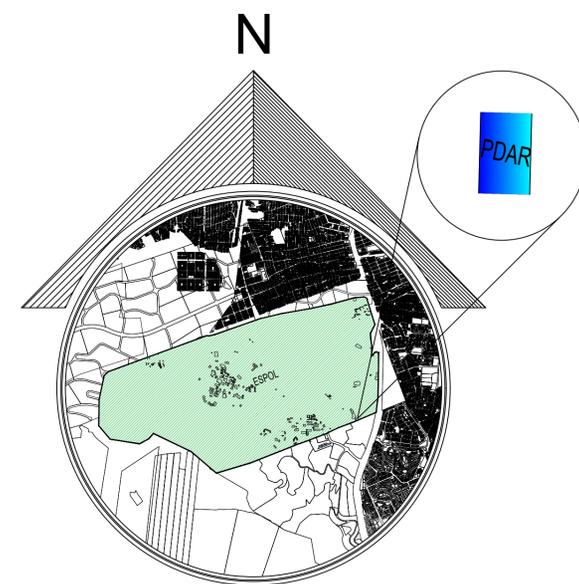
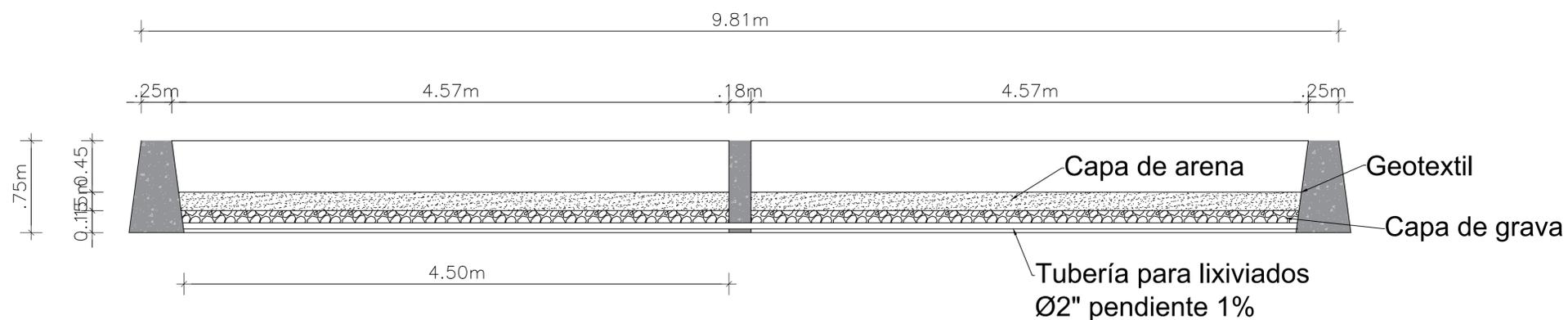
CONTENIDO: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL TANQUE DE AIREACIÓN Y CLARIFICADOR (DAF)

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Estudiantes: Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 8 de Agosto, 2024
Tutor a Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	Lámina: A 2/5	Escala: 1:50

VISTA EN PLANTA DEL TANQUE DE AIREACIÓN Y CUARTO DE MÁQUINAS
 ESC 1:50



VISTA EN PLANTA DE LOS LECHOS DE SECADO
ESC 1:50



UBICACION:

Provincia: Guayas Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Cantón: Guayaquil Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Parroquia: Tarqui Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.
 Sector: 097 Manzana: 0080

SIMBOLOGÍA

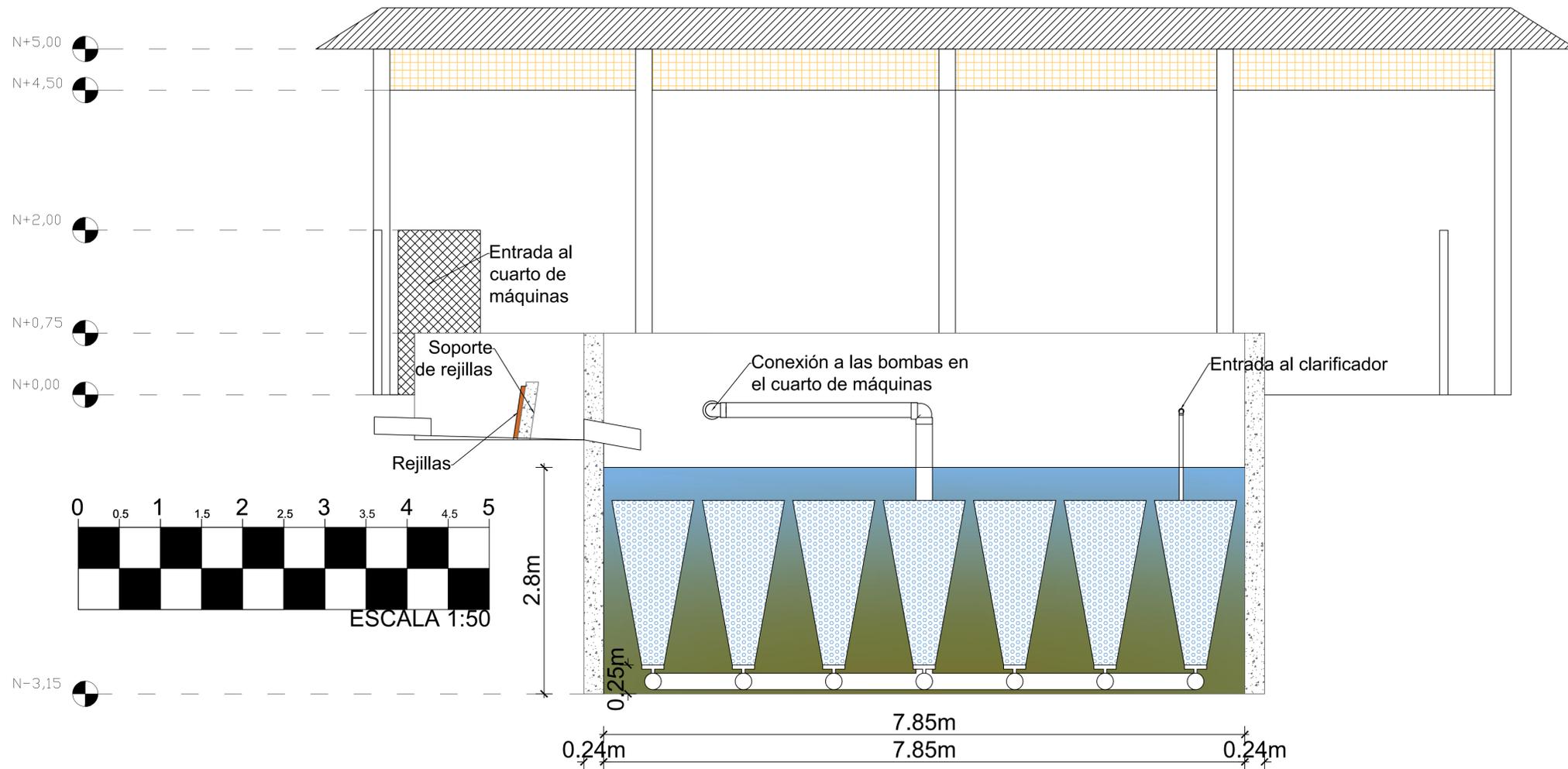
- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- S1** Soplador regenerativo - Sistema de aireación
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

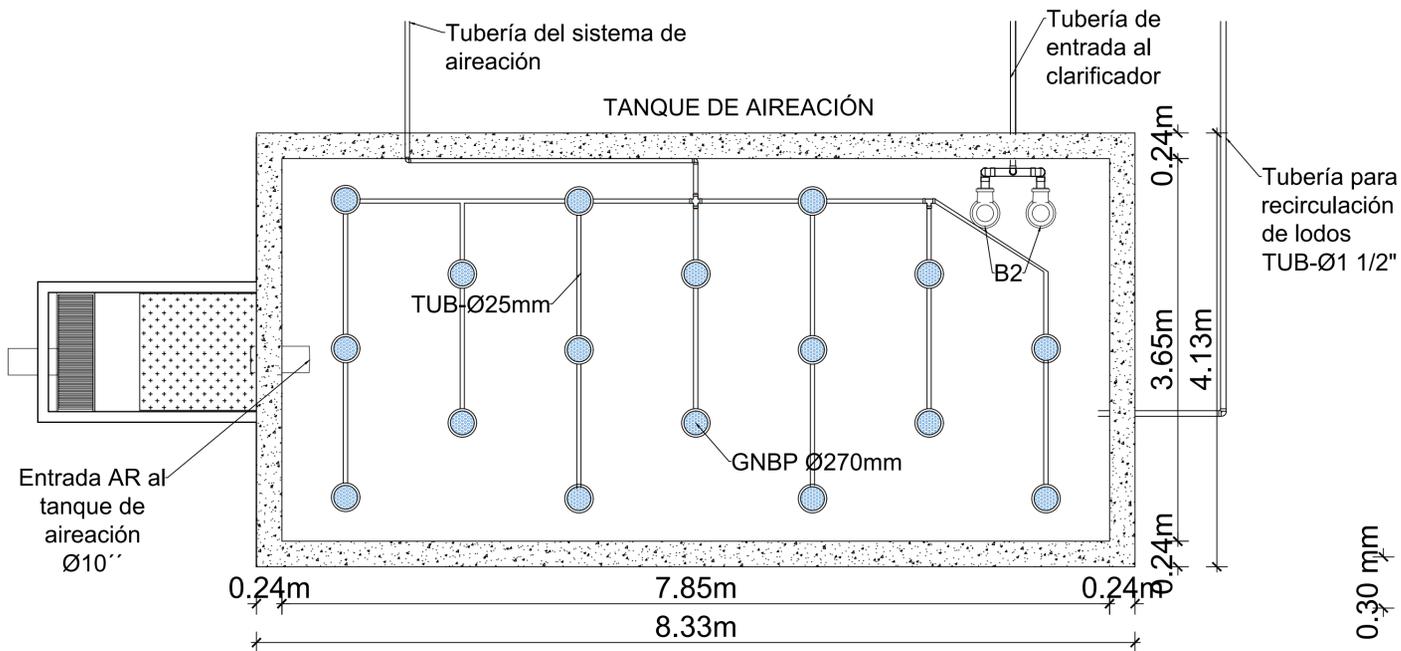
PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

CONTENIDO: CORTE C-C' Y VISTA EN PLANTA DE LOS LECHOS DE SECADO

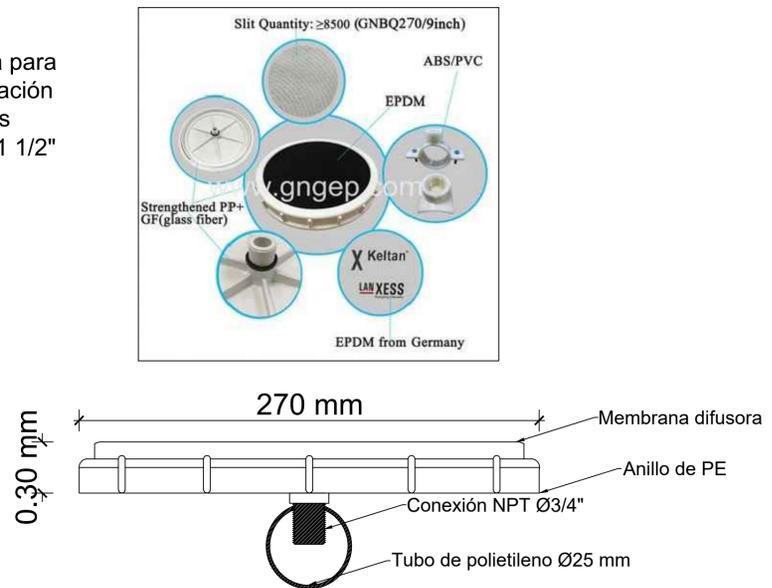
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Estudiantes: Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 8 de Agosto, 2024
Tutor a Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	Lámina: A 3/5	Escala: 1:50



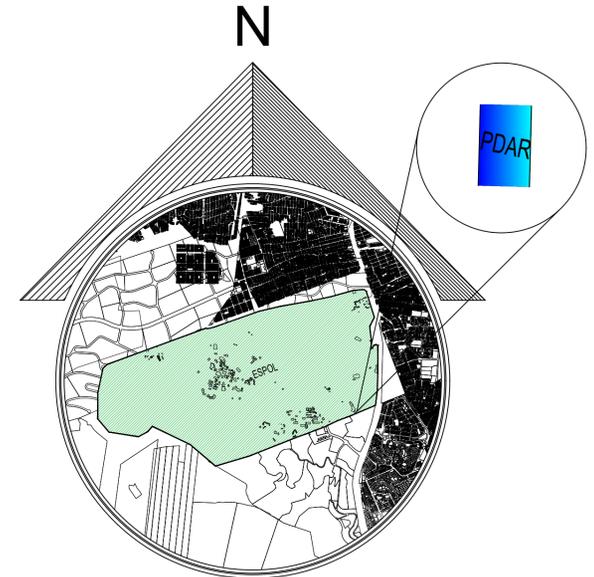
CORTE B-B'
ESC 1:50



VISTA EN PLANTA DEL TANQUE DE AIREACIÓN
ESC 1:50



DETALLE DEL DIFUSOR DE BURBUJA FINAS



UBICACION:

Provincia: Guayas Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Cantón: Guayaquil Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Parroquia: Tarqui Distribuidor de tráfico y Calle 18I N.O.
 Sector: 097 Manzana: 0080

SIMBOLOGÍA

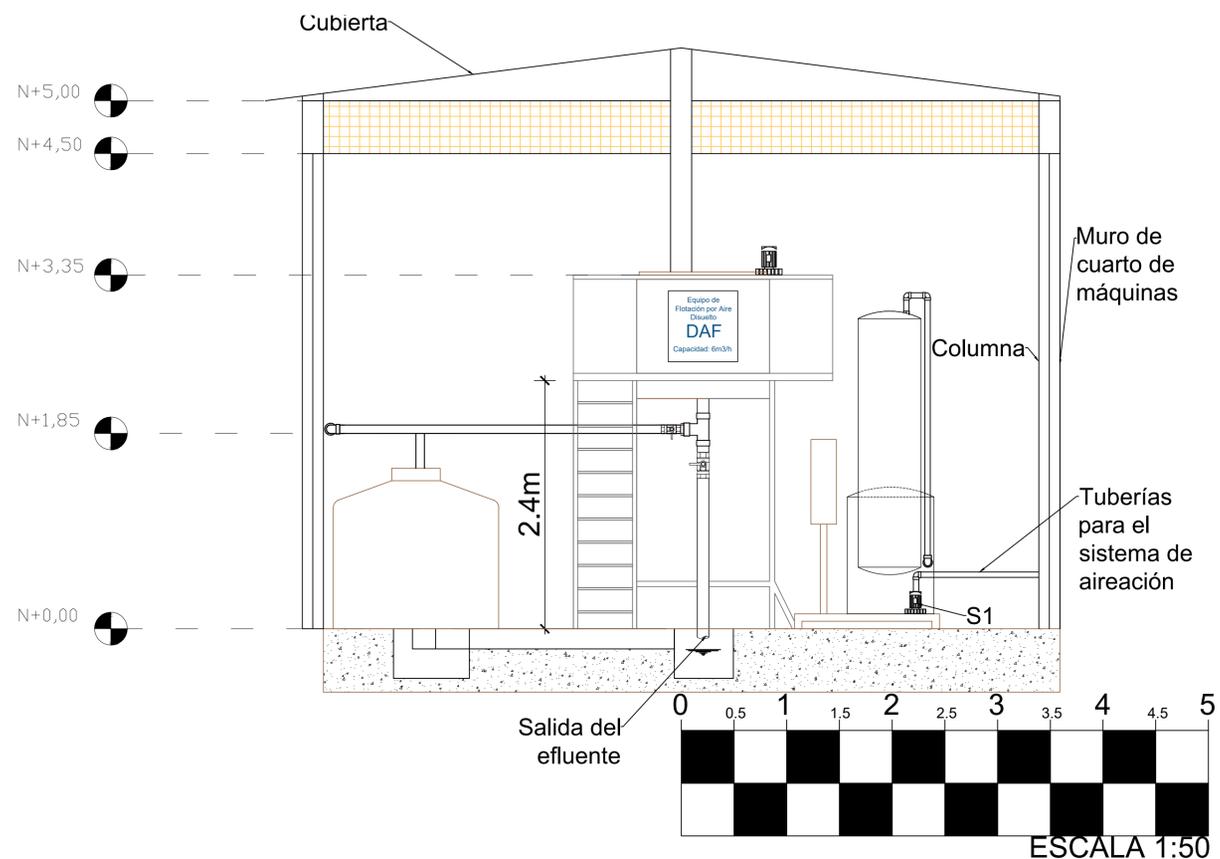
- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- S1** Soplador regenerativo - Sistema de aireación
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

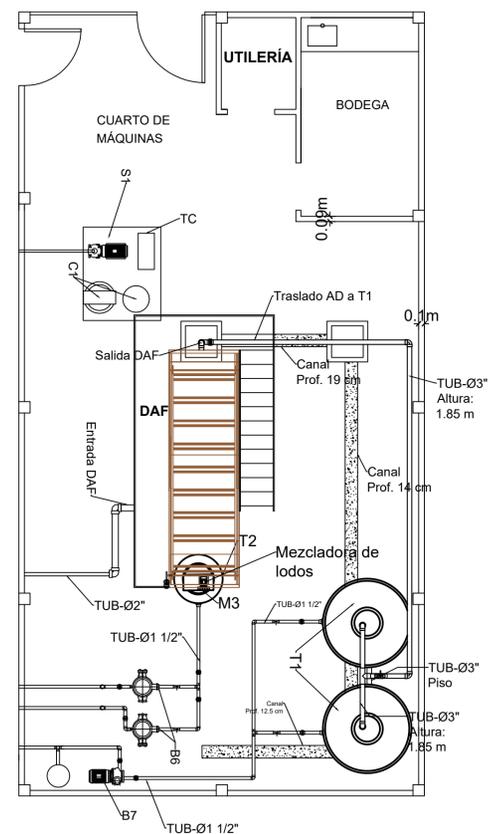
PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

CONTENIDO: PLANOS DE CORTE B-B' Y DETALLE DE LOS DIFUSORES

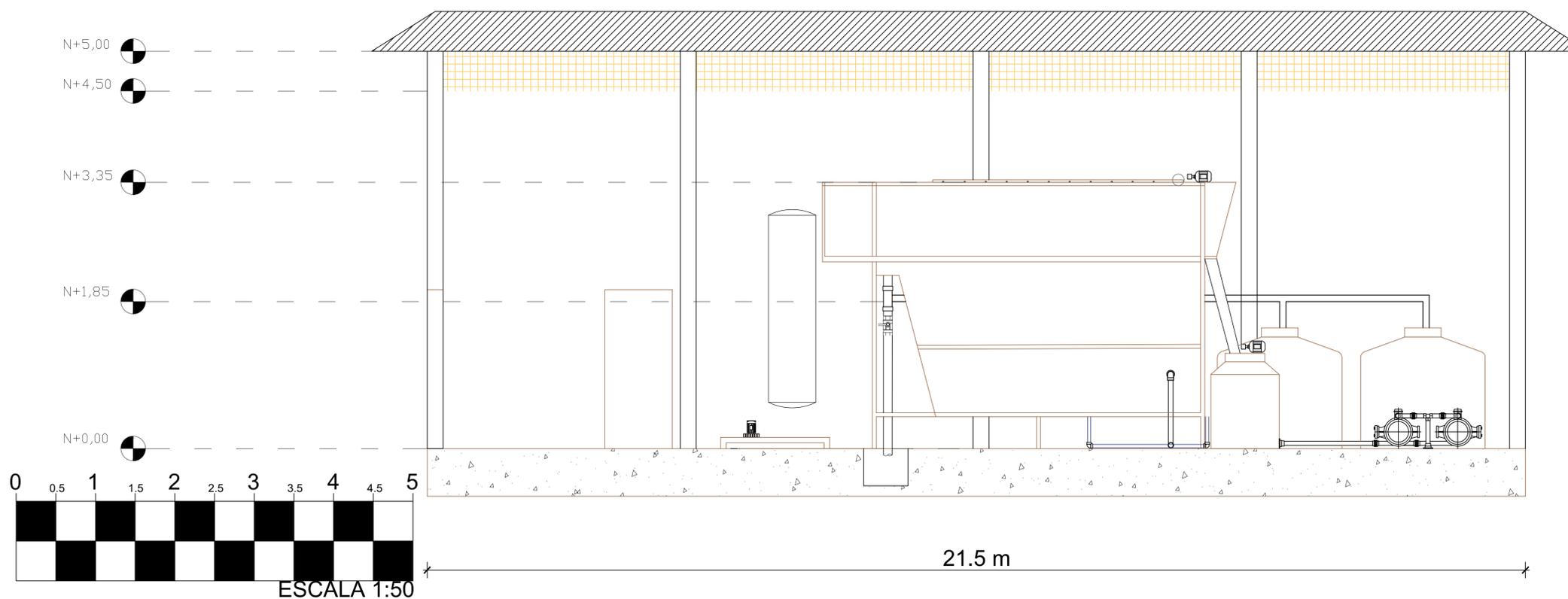
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Estudiantes: Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 8 de Agosto, 2024
Tutor a Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán	Lámina: A 4/5	Escala: 1:50



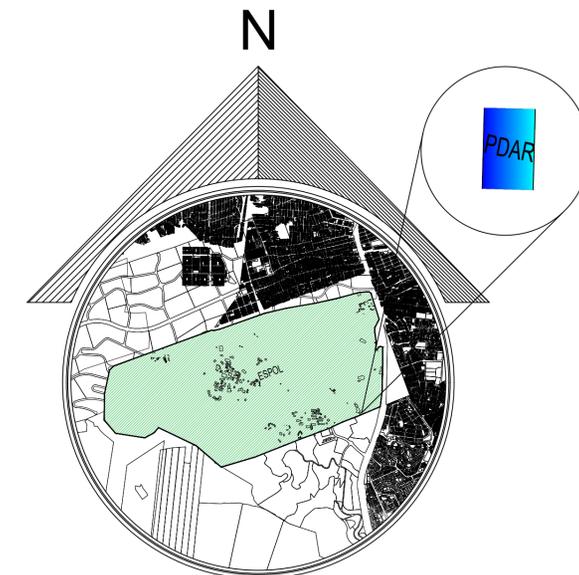
VISTA FRONTAL DEL TANQUE DAF (CLARIFICADOR)
ESC 1:50



VISTA EN PLANTA DEL TANQUE DAF
ESC 1:50



CORTE C-C'
ESC 1:50



UBICACION:

Provincia: Guayas Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Cantón: Guayaquil Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Parroquia: Tarqui Distribuidor de tráfico y Calle 18I N.O.
 Sector: 097 Manzana: 0080

SIMBOLOGÍA

- B2** Bomba sumergible - Sistema elevación - 1750 RPM
- S1** Soplador regenerativo - Sistema de aireación
- B6** Bomba neumática - Traslado de lodos
- B7** Bomba multietapa - Sistema riego - 3500 RPM
- M3** Moto reductor - Agitador de lodos - 1590 RPM
- C1** Compresor aire - 100 galones - 1710 RPM
- T1** Tanques de capacidad de 2500 L
- T2** Tanques de capacidad de 500 L
- TC** Tablero de control sistema DAF
- AR** Agua Residual
- AD** Agua Depurada

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES D.A.F

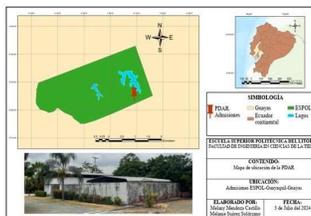
CONTENIDO: CORTE C-C' Y VISTA FRONTAL Y EN LA PLANTA DEL TANQUE DAF

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Estudiantes: Melany Mendoza Castillo Melanie Suárez Solórzano	Fecha de entrega: 8 de Agosto 2024
Tutor a Área de Conocimiento: M.Sc. Betsy Merchán	Lámina: A 5/5	Escala: 1:50

REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE ADMISIONES ESPOL

PROBLEMA

ESPOL en su desarrollo construyó plantas depuradoras de agua residual (PDAR), entre ellas la de Admisiones (DAF) en el campus Gustavo Galindo. Sin embargo, el diseño inadecuado, sumado a la falta de control y mantenimiento, afectaron los equipos y el funcionamiento normal de la PDAR; por tanto, su efluente pondría en riesgo el ecosistema.

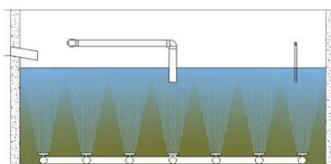


OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la planta depuradora de flotación por aire disuelto (DAF) ubicada en Admisiones ESPOL mediante la aplicación de criterios técnicos y de sostenibilidad para la optimización de los procesos y operaciones unitarias.

PROPUESTA

Aplicar un proceso de lodos activados que utiliza aireación extendida con **DIFFUSORES DE BURBUJA FINA** e incluya el uso de la infraestructura existente.



80-95% de remoción de la DBO5

Aprovecha nutrientes y materia orgánica del agua residual.

Modificar las dimensiones del tanque de aireación.

MATERIALES Y MÉTODOS

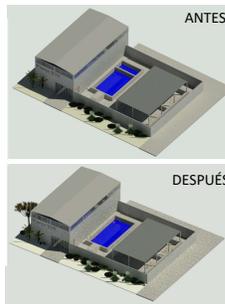
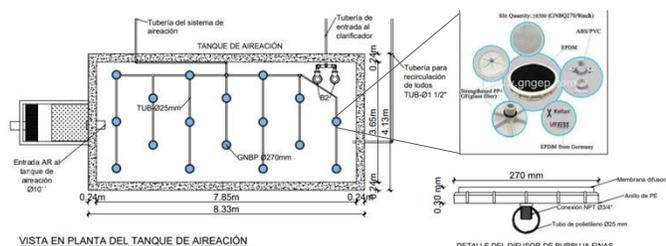


RESULTADOS



CARACTERIZACIÓN DEL AGUA			LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) del Libro VI Anexo 1										
Ensayo	Unidad	Muestreo	Agua Dulce (Tabla 9)	Suelo (Libro VI Anexo 2)	Grado de restricción	Riego (Tabla 7)							
		Entrada	Salida			Sodio	Cloruros		Boro		Nitrógeno	Bicarbonato	pH
DBO5	mg/L	189	105	100	1	I	A	3	4	3	0,7	5	1,5
DQO	mg/L	401	298	200	Se prohíbe la descarga de agua residual no depurada	Ninguna	3	3	4	3	0,7	5	1,5
SST	mg/L	125	144	130		Ligera	3	3	4	3	0,7	5	1,5
Coliformes totales	NMP/100 ml	2054	1100	2000		Moderado	9	10	10	-	3	30	8,5
						Severo	>9	>10	>10	-	>3	>30	>8,5

I=Irrigación A=Aspersión



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La eficiencia de la planta es tan solo del 44%. Se comprobó que la relación DQO/DBO5 < 2, es decir, como cualquier agua residual doméstica, es muy biodegradable. Por tanto, se necesita una depuración biológica, y se recomienda evitar el uso de floculantes y coagulantes que actualmente se utilizan con el gasto económico adyacente.
- Se rediseñó la PDAR, implementando un sistema de aireación extendida con la readeacuación del tanque de aireación y el cambio del DAF a un clarificador secundario. Estas modificaciones permiten lograr una eficiencia de remoción de la DBO5 del 89%. Por lo tanto, se cumple con los LMP, el reúso del agua y el criterio del Anexo 2 del TULSMA.
- En la PDAR se disponen de equipos de bombeo y compresores utilizables en el nuevo sistema; además de que los recursos finales producidos como el agua depurada y los lodos secos son aprovechables por la comunidad en su desarrollo sostenible, por lo tanto, se cumple con los ODS planteados del proyecto.
- Se desarrolló un plan preliminar de operación y mantenimiento que brinda una guía a detalle de los procesos y operaciones unitarias de la PDAR. Por consiguiente, se repotencia y se alarga la vida útil de la planta.
- El presupuesto referencial total requerido es de USD 20,804.68; se divide en el costo de ejecución de la obra USD 12,684.42, y en el plan de manejo ambiental USD 8,120.26, también se considera el costo operativo de personal, material y equipo personal de protección de USD 2,710.02/año además el costo energético mensual 2,523.49/mensual. (Los precios no incluyen IVA).