



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Rediseño de un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento en la Empresa Assermedamb, Trujillo 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Parimango Delgado, Billy Steven (orcid.org/0000-0002-3340-092X)

Sanchez Acate, Monica Nayely(orcid.org/0000-0003-2477-7642)

ASESOR:

Mg. Li Gavidia, José Martín (orcid.org/0000-0001-9120-3951)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestras familias, por su amor, apoyo y paciencia infinita. Sin ustedes, este logro no habría sido posible. A nuestros amigos, por estar siempre ahí, animándonos y dándonos fuerza en los momentos más difíciles. A nuestro docente como también a nuestro asesor, por su guía y conocimientos compartidos. Y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron en mi camino hacia la culminación de esta tesis. Gracias eternas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a dios, por habernos dado la vida, por habernos dado el don del conocimiento y por habernos puesto en nuestros corazones el deseo de aprender y crecer en esta área de estudio. Es gracias a su gracia y misericordia que hemos podido alcanzar este logro y estamos seguros de que nos seguirá encaminando hacia un futuro lleno de éxitos.

También queremos agradecer a nuestros padres, por su incondicional apoyo y comprensión durante este período. Sus palabras de aliento fueron un motor importante para superar los momentos difíciles.

A nuestros Docentes, al Mg. José Martín, Li Gavidia, por su orientación y apoyo constante a lo largo de todo el proceso. Su experiencia y conocimiento en el tema fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo y como también al ING. Palmer Luis Dionicio Torres, por su constante inspiración y por compartir sus conocimientos con nosotros. Su ayuda y consejos fueron valiosos en la elaboración de esta tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LI GAVIDIA JOSÉ MARTÍN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "REDISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN LOS TANQUES DE SEDIMENTACIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ASSERMEDAMB, TRUJILLO 2023.", cuyos autores son PARIMANGO DELGADO BILLY STEVEN, SANCHEZ ACATE MONICA NAYELY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 7.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 14 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LI GAVIDIA JOSÉ MARTÍN DNI: 17823697 ORCID: 0000-0001-9120-3951	Firmado electrónicamente por: JLIG el 16-12-2023 17:08:48

Código documento Trilce: TRI - 0697102



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, PARIMANGO DELGADO BILLY STEVEN, SANCHEZ ACATE MONICA NAYELY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "REDISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN LOS TANQUES DE SEDIMENTACIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ASSERMEDAMB, TRUJILLO 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
PARIMANGO DELGADO BILLY STEVEN DNI: 70258292 ORCID: 0000-0002-3340-092X	Firmado electrónicamente por: BIPARIMANGO el 21- 01-2024 17:49:53
SANCHEZ ACATE MONICA NAYELY DNI: 73309486 ORCID: 0000-0003-2477-7642	Firmado electrónicamente por: MSANCHEZACA el 10- 01-2024 22:54:00

Código documento Trilce: INV - 1447248

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1 Tipo y diseño de investigación	16
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad	18
3.5 Procedimientos	19
3.6 Método de Análisis.....	21
3.7 Aspectos Éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	91
VI. CONCLUSIONES	95
VII. RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS	98
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas e Instrumentos	18
Tabla 2: Registro de procesos	22
Tabla 3: Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día	24
Tabla 4: Litros procesados en los tanques de sedimentación en hora/Día	28
Tabla 5: Disponibilidad de los equipos en el área más afectada.	29
Tabla 6: CheckList de mantenimiento	31
Tabla 7: Resultados Check List.....	32
Tabla 8: Matriz de Correlación	34
Tabla 9: Tabla de frecuencia.....	35
Tabla 10: Tabla de Criterios y Alternativas de Solución	37
Tabla 11: Identificación de los materiales afectados en la empresa	37
Tabla 12: Identificación de los materiales afectados en la empresa y su costo.	38
Tabla 13: Costos de materiales afectados por mes y mes de octubre.....	39
Tabla 14: Identificación de los mantenimientos por área actuales y su costo.	40
Tabla 15: Costos totales de mantenimiento afectados mensual y anual en la planta Assermedamb.....	41
<i>Tabla 16: Costo total anual de mantenimiento actual en la planta assermedamb</i>	41
Tabla 17: Resultados de la encuesta	43
Tabla 18: Medidas exactas dentro del plano de cada área y sus procesos	51
Tabla 19: Costo total de los instrumentos y mano de obra que se utilizaron para el Sistema de Control.....	64
Tabla 20. Costo de los instrumentos y operarios que se utilizaron en la estructura para el extractor de sólidos.	70
Tabla 21. Costo de los materiales y mano de obra que se utilizaron en el nuevo diseño del extractor de sólidos.....	75
Tabla 22. Costo total del rediseño de la estructura para el extractor y nuevo diseño del extractor de sólidos.	76
Tabla 23. Costo total del rediseño del sistema de control automatizado	79
Tabla 24. Costos de mantenimiento después del sistema de control automatizado	80
Tabla 25. Comparando los costos absolutos (Antes - Después)	81

Tabla 26. Comparación del total de los costos de mantenimiento (antes - después) en porcentaje	83
Tabla 27: Comparación de costos adicionales de mantenimiento antes y después del rediseño del sistema de control automatizado.	83
Tabla 28: Comparación de costos totales mensuales entre adicionales y mantenimiento (Antes – Después)	83
Tabla 29: Resultado del costo de mantenimiento de cada mes y del costo del rediseño en el mes de noviembre (antes - después)	84
Tabla 30. Resultado del costo total final de mantenimiento mensual después del rediseño del sistema de control automatizado (antes - después)	85
Tabla 31. Resultado del costo total final de mantenimiento anual después del rediseño del sistema de control automatizado (antes - después)	86
Tabla 32. VAN – Valor actual neto durante el rediseño y luego del rediseño	88
Tabla 33. TIR –Tasa interna de retorno durante el rediseño y luego del rediseño.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 2: Diagrama de Pareto	36
Figura 3: Plano de la población y la PTAR – Red de Diseño 1.....	45
Figura 4: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2	47
Figura 5: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2 – 3D renderizado	48
Figura 6: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2 – 3D renderizado	49
Figura 7: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2 – 3D renderizado - Área del operario	50
Figura 8: Diseño plano del sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación.....	52
Figura 9: Diseño plano del sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación – 3D Renderizado	53
Figura 10: Diseño plano del sistema de control automatizado vista alejada – 3D Renderizado.....	54
Figura 11: Diseño del tablero de control eléctrico.....	57
Figura 12. Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño	58
Figura 13. Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño parte interna.....	59
figura 14. Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño parte externa.....	60
Figura 15: Rediseño del cuarto donde se debe ubicar el centro de control	61
Figura 16: Lazo de control PLC actuador, sensor y controladores Bernhard.....	62
Figura 17. Rediseño de la estructura para el extractor de solido	66
Figura 18. Rediseño de la estructura para el extractor de solidos vista 90°.....	67
Figura 19. Rediseño de la estructura para el extractor de solidos (vista 180).....	68
Figura 20. Rediseño de la estructura para el extractor de sólidos.	69
<i>Figura 21. Extractor de solidos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 22. Extractor de solidos vista 180°</i>	<i>72</i>
Figura 23. Extractor de sólidos vista 360°	73

Figura 24. Extractor de solidos vista 90° (Garra retenedora de solidos)	74
Figura 25. Rediseño del Sistema de Control Automatizado	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico costos totales de mantenimiento (antes - después).....	82
--	----

RESUMEN

La presente investigación buscó rediseñar un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Assermedamb Trujillo 2023. El diseño empleado fue no experimental de tipo descriptivo propositivo en enfoque cuantitativo. El desarrollo partió desde un diagnóstico inicial de la empresa utilizando instrumentos como diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, inspección visual y fichas de registro mensual del mantenimiento de los equipos, posteriormente se determinó las principales causas mediante los registros, los cuales fueron las fallas de los equipos teniendo un valor total de S/ 8,100.00, seguido al costo de mantenimiento que es de S/ 7. 320 sumando los costos de servicios de S/245, esto representaría a un valor total mensual de S/15, 665.00 al mes, con respecto al costo de mantenimiento se determinó que anualmente los gastos económicos son de S/187,980.00 a esto se le sumó en el mes de octubre que una bomba se dañó y el costo de reparación S/30,201.14, más los costos de mantenimiento, posteriormente con respecto al valor total de la falla el valor incrementó a S/ 218,080.14 anualmente debido a la reparación de la misma. Al rediseñar el sistema de control y el extractor de solido se obtendrá un valor de inversión de S/39.260, por lo cual el valor se repondrá progresivamente tenido un costo de mantenimiento de S/1120 mensual después del sistema de control automatizado.

Palabras clave: Rediseño del sistema de control, Extractor de Solidos, Costos de mantenimiento.

ABSTRACT

The present research sought to redesign an automated control system in the sedimentation tanks to reduce maintenance costs at the company Assermedamb Trujillo 2023. The design used was non-experimental, of a purposeful descriptive type with a quantitative approach. The development started from an initial diagnosis of the company using instruments such as Ishikawa diagram, Pareto diagram, visual inspection and monthly record sheets of equipment maintenance, subsequently the main causes were determined through the records, which were the failures of the equipment having a total value of S/ 8,100.00, followed by the maintenance cost which is S/ 7,320 adding the service costs of S/245, this would represent a total monthly value of S/15, 665.00 per month, Regarding the maintenance cost, it was determined that annually the economic expenses are S/187,980.00, to this was added in the month of October that a pump was damaged and the repair cost S/30,201.14, plus the maintenance costs, later with Regarding the total value of the failure, the value increased to S/ 218,080.14 annually due to its repair. By redesigning the control system and the solid extractor, an investment value of S/39,260 will be obtained, for which the value will be progressively replaced with a maintenance cost of S/1120 monthly after the automated control system.

Keywords: Redesign of the control system, Solids Extractor, Maintenance costs.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso del tratamiento de aguas domésticas, industriales y residuales en tanques de sedimentación requieren de un sistema de control para la supervisión en cada uno de sus procesos, al automatizarlos se mejorará los tiempos de producción, evitar la contaminación de los operadores con los químicos, el derrame líquido, etc. el sistema de control automatizado de aguas residuales tendrá la capacidad de reducir el tiempo de inversión, aumentar la producción, reducir los costos excesivos, mejorar la optimización de materiales y de esa manera corregir los resultados, se reducirá los riesgos y aún mejor brindará información constante del proceso y de los fallos si se presentase en la producción a fin de corregirlos de manera rápida. (Suarez Murillo, et al., 2022), de este modo, si se quiere lograr automatizar las PTAR, se debería implementa el sistema de control, el cuál va a dirigir, controlar, administrar el proceso que se lleve a cabo, se ajustará los controladores lógicos programables PLC este se encarga de controlar todo proceso o adaptada para las maquinas con una entrada y salida de terminales. (López Cahua, 2019), por esta razón, las tecnologías relacionadas con tratamiento de aguas residuales, se estudia la información haciendo un resumen de estas tecnologías por parte de los países para implementar en los tanques de sedimentación o en las plantas de tratamiento, innovando parta poder tener un mejor proceso automatizado y avanzado. Esto está caracterizado por las invenciones, competidores, y el alto impacto de las tecnologías automatizadas. (Bula Barreto, 2019), por ende, cualquier proceso industrial que requiera almacenar todo tipo de sustancia, efluente, etc. necesita tener algún registro real del nivel de líquido ingresante, las empresas o industrias que más requieren un tratamiento de efluente en tanques son: la producción de papel, tratamiento de aguas residuales, industria petroquímica, etc. Todo este tratamiento de aguas residuales importante ya que el contacto humano es muy riesgoso por los químicos y procedimientos, por los cuáles se necesita el monitoreo de sistema de control automático y la automatización. (Gómez Arias. et al., 2019), debido a que el sistema (SCADA) instalado en la PTAR de Loja, supervisó y monitoreó el proceso de sus tres desarenadores los cuales extraen arena depositada en el fondo de estos tanques, estos mismos no tienen un control automatizado y mucho menos una supervisión la misma que es necesario tener para un trabajo más optimo, por ello se mejoró la

eficiencia del proceso ya que el centro de control pudo operar y monitorear de cómo se estaba llevando cada paso del trabajo, asimismo los datos obtenidos por este sistema, lograron fortalecer los tiempos de mantenimiento, porque brindaba en que horas y en qué momento se debía lubricar los rodamientos y cambiar los cojinetes, toda esta gran información se logró optimizar en PETAR mediante el sistema SCADA. Vicente (2022), con motivo de, reducir los costos de mantenimiento es implementar sistemas de control automatizados, ya que esto permitió identificar de manera temprana posibles fallas o problemas en maquinarias o equipos, también nos da opciones de elegir acciones correctivas, control, supervisión y preventivas post a que generen desperfectos más graves. Además, los controles automatizados agilizan y optimizan los procesos de mantenimiento, reduciendo mano de obra así mismo el tiempo y entre bienes materiales de los recursos obligatorios para efectuar las actividades de reparación o revisión. En conclusión, la implementación de sistemas de controles automatizados ayudará a la reducción de los costos de mantenimiento al corregir los tiempos de parada, evitar daños mayores y optimizar los recursos utilizados, (Adam Guy. 2020), así mismo internacionalmente, para utilizar un sistema de control se debe tener en cuenta las herramientas tecnológicas como las plataformas de desarrollo para los microcontroladores, el cual es capaz de realizar tareas impensables, este mismo sistema de control en las PTAR permitirán la gestión de sistemas, controlar los accesos de agua, supervisión de procesos, activación de alarmas, para lograr todo eso se hizo el control del proceso en el programa de LabVIEW (Maldonado, et al. 2019), consecuentemente, el desarrollo de sistemas de control automatizados desarrolla parámetros económicos con el objetivo de cuantificar aspectos económicos, costos para reducir maniobras de mantenimiento y aprovechar de forma óptima los recursos (Somolinos et al. 2022), por otra parte a nivel nacional se hizo la programación de datos para el PLC el cual se encargará de controlar el proceso del rebose aguas en la planta de tiramiento de aguas en cusco, siguiendo cada una de las variables que se quiere monitorear, claro que se debe seguir el diagrama de control PID en el software llamado RSlogix 5000 v20.04, para lograr controlar el rebose de las aguas mediante un controlador de nivel o transmisor, midiendo el tiempo, la distancia y el caudal bombeado de las bombas instaladas en la planta (Ormachea, 2023) en realidad, para el proceso de aguas en su tratamiento de manera manuales se requería de

mucho tiempo, es por ello que ahora se han diseñado las PTAR automáticas controlándose de manera más óptima y con la calidad que las normas ambientales lo requieren, siendo agua limpia y reutilizable. (Cervantes Rebolledo, 2020)

En nuestra empresa ASSERMEDAMB, asesoramiento y servicios para el medio ambiente y otros E.I.R.L, fue creada y fundada el 18/10/2011. A lo largo de sus años de trabajo, dedicado al tratamiento de aguas residuales industriales, siempre ha tenido varios problemas en su proceso de tratamiento de aguas residuales y domésticas; los problemas que se están generando por la falta de control en los tanques de sedimentación en la empresa, son los derrames de agua tratada o aguas residuales en la planta industrial, los mismos que al no tener un sistema de control automatizado llega a ser muy riesgoso para la salud, ya que al rebalsarse genera pérdidas materiales, maquinaria, costos elevados mensualmente y más aún el costo total de cada año, el riesgo que de las conexiones que están sueltas por toda el área de trabajo con el derrame de líquido rebalsad puede ocasionar cortos circuitos, caídas al mismo nivel de los trabajadores e incluso puede llegar a generarles la muerte, es por eso que tendremos una mejor precisión de la realidad problemática, en los siguientes diagramas, empezando por el diagrama de Ishikawa, luego la matriz de correlación así mismo la tabulación de frecuencias llegándolo a proyectar en el diagrama de Pareto el cual nos indicará las causas más frecuentes. (Ver Anexo B. FIGURA 27, 28 Y Anexo C TABLAS 49, 50.). En relación a lo indicado en la problemática se consideró en este presente estudio: ¿Cómo el rediseño de un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación reducirá los costos de mantenimiento en la empresa Assermedamb - 2023?

Por consiguiente, una vez identificado la problemática es importante justificar este estudio: la justificación teórica que se plasmó según el propósito de solucionar el problema en nuestra investigación a partir de las teorías existentes de la automatización de sensores. Esto se incorporará en la empresa para ser desarrollado y solucionar el problema de los costos de mantenimiento. Además, su justificación práctica nos ayudará a tener alternativas de solución para la automatización las cuáles deben ser realizadas con éxito y cuales no, planteándonos desde tres diferentes soluciones y eligiendo la más adecuada para nuestro problema. Como también, se justificación metodológicamente porque nos ayudará a determinar la cantidad de líquido o caudal que debe ingresar a los

tanques de sedimentación y así poder implementar la automatización con datos exactos con su nivel de volumen adecuado, así se aplicará los datos a los sensores de tal manera que puedan medir el líquido a una distancia más exacta, dándonos como resultados una solución y una reducción de costos definidos. Y por último su justificación económica nos ayudará a tener claro los gastos que se realizaremos durante todo el proyecto, teniendo justificado cada paso del proceso para encontrar soluciones a la problemática, por lo cual, Santos (2019) mencionó que la automatización de los tanques de sedimentación se realiza con la finalidad de, registrar, convertir, transmitir y evaluar los resultados de las muestras obtenidas mediante el sistema de control automático dentro de un área segura, de esta manera se evitará y reducirá al máximo los riesgos y accidentes a los trabajadores. La automatización así mismo mejorará la medición de nivel de los tanques de sedimentación y así tener lecturas sin errores.

Se obtuvo como objetivo general en este estudio: Rediseño de un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Assermedamb Trujillo 2023, por lo tanto, los objetivos específicos son: Diagnosticar la ejecución actual del plan de mantenimiento; Rediseñar el sistema de control automatizado y por último objetivo; Evaluar el beneficio económico del rediseño del sistema de control automatizado. Finalmente, la hipótesis fue: El rediseño de un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación reducirá los costos de mantenimiento en la empresa Assermedamb Trujillo -2023.

II. MARCO TEÓRICO

Este estudio fue respaldado tanto a nivel nacional como internacional. De manera que, esto permitió afirmar que hubo compañías que adoptaron un sistema de control en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento en la empresa. Según (Ramirez Chacon, O. 2021), menciono que en la empresa agroindustrial Tumán S.A.A., se encuentra ubicada en la industria azucarera, la cual se dedica a la producción de azúcar en su región y utiliza mucha agua; su principal fuente de agua es el embalse de Tinajone, que se abastece principalmente del agua del río Cankaya. Como resultado, la ALA (autoridad local del agua) incurrió en altos costos financieros a causa del incremento de agua industrial. En este sentido, el consumo promedio de agua requerido en el proceso productivo de la caña de azúcar es de 525.600 metros cúbicos mensuales, lo que proporciona un caudal fijo igual a 200 litros/seg con un permiso de suministro de agua de 6.307.200 metros cúbicos anuales de la ANA (autoridad nacional de agua), de los cuales 1.576.800 metros cúbicos anuales se destinan a la etapa de limpieza de la caña de azúcar. Descontando el consumo mensual de 131.400 metros cúbicos en esta fase, el caudal fijo es de 54 litros/seg. Aunque el proceso avanzado de agua recuperada proporciona un mayor caudal al utilizar simultáneamente el proceso de floculación-sedimentación y filtración, el medio filtrante es propenso a obstruirse después de un funcionamiento prolongado. La obstrucción puede reducir significativamente el rendimiento de la filtración y, en algunos casos, provocar una falla total del material del filtro. Cuando comienza la obstrucción, el caudal a través del filtro cae dramáticamente, en lugar de disminuir gradualmente la eficiencia. Este fenómeno se puede atribuir a varios factores. Para un TSS promedio de 30.000 mg/L, se determinó que la concentración óptima de polímero era 60 ppm. Las fluctuaciones en los TSS causan una concentración excesiva del polímero y la superficie del medio filtrante es sensible a esta concentración excesiva. El exceso de polímero puede formar una película en la superficie del material filtrante, volviéndolo hidrófobo y reduciendo así el rendimiento del filtro (Bhagavatula, A. et al. 2021). Así como también para Torres (2021) en su investigación de caudal para su PTAR, obtuvo un registro de datos los cuáles le brindaron como resultado de caudal entrante 30 L/s resumiendo, que en 10.44 segundos pasa 30 L, esto multiplicado por horas da un resultado total de 1800 Lt/min y un total de caudal de 64800 Lt/h.

el costo para lograr realizar esta investigación se asemeja a nuestro estudio del caudal para medir el volumen del agua en relación al tiempo y su distancia máxima de los tanques. Por otra parte (Shah, Milinkumar et al. 2019), mencionó que la remoción de sólidos es un paso esencial en el tratamiento de aguas marinas para la exploración de hidrocarburos, de tal manera este trabajo evalúa un nuevo diseño de tanque de sedimentación que puede usarse para separar continuamente los finos del agua producida. La novedad de este diseño es su capacidad para crear corrientes parásitas que favorecen la sedimentación de partículas finas. Luego, el modelo validado se utiliza para estudiar los patrones de flujo y el comportamiento de sedimentación de partículas de diferentes tamaños a diferentes caudales operativos y diferentes configuraciones de entrada y salida; obteniendo un tamaño de entrada de $40 \times 20 \text{ cm}^2$, las simulaciones predicen una captura superior al 80 % de partículas en el rango de tamaño de 30 a $1000 \mu\text{m}$ con un flujo operativo de 30 000 barriles por día, esto debido a su simplicidad y eficiencia, este tanque de sedimentación se puede utilizar en operación continua con flujos operativos elevados y es adecuado para operaciones tanto en tierra como en alta mar.

(Czernek, Krystian, et al. 2021), mencionó que utilizando el software ANSYS Fluent, se simularon diferentes velocidades lineales del agua que fluye a través de la entrada para modelos de tanques de sedimentación ciclónicos y estándar. Los resultados del cálculo muestran el movimiento del elemento de fase continua en el dispositivo; teniendo resultados de pruebas obtenidos para velocidades de flujo extremas, que representan los campos vectoriales de velocidad frontal y superior para velocidades de entrada del tanque de sedimentación estándar (OS) $v_1 = 0,3 \text{ m/s}$ y $v_5 = 1,6 \text{ m/s}$. Analizando los resultados del análisis experimental PIV y comparándolos con los resultados de las pruebas de simulación CFD, es posible observar similitudes en el comportamiento del fluido y el movimiento de sus elementos. Durante las pruebas experimentales se obtuvo la velocidad del fluido dosificado, que corresponde a las condiciones límite determinadas en los cálculos CFD. Esto nos permite comparar imágenes del movimiento de partículas fluidas obtenidas a partir de simulaciones con imágenes que muestran su comportamiento real. Además, según (Wang, Keyuan, et al. 2020), mencionaron que los investigadores siempre han estado preocupados por cómo eliminar los sedimentos finos del agua. Muchos artículos se centran en las tasas de mortalidad de diferentes

tipos de tanques, y la mayoría de las tasas de mortalidad oscilan entre el 37% y el 62%. En este estudio, la tasa de eliminación de lodo fino en un tanque de sedimentación por gravedad de tubo inclinado puede alcanzar entre 64,7% y 69,7%. El tamaño de las partículas del sedimento D90 a la salida del tubo inclinado es de aprox. 40 μm . Esto reducirá en gran medida la posibilidad de obstrucción por goteo en los sistemas de riego por goteo, ya que un estudio demostró que la obstrucción de los goteos de riego aumenta significativamente cuando el tamaño de las partículas es superior a 50 μm . Para depositar la mayor cantidad posible de sedimentos finos en el agua, los tanques de sedimentación construidos tradicionalmente suelen tener dimensiones muy grandes. Por lo cual, la eficiencia del tratamiento de agua por unidad de volumen del tanque de sedimentación por gravedad de tubo inclinado es significativamente mayor que la del tanque tradicional. Esto reducirá significativamente las inversiones en la construcción de embalses y los costos de tratamiento de agua. También se deben realizar simulaciones numéricas para diferentes tamaños de partículas y concentraciones de sedimentos. Además de la geometría estándar, se han probado dos geometrías de tanque diferentes. El estudio encontró que cambiar la entrada y salida del tanque puede afectar significativamente los patrones de flujo. De hecho, la eficiencia de captura de las geometrías B y C modificadas propuestas mejora, especialmente para partículas pequeñas (50, 120 μm). Sin embargo, a medida que aumentan el diámetro y la concentración de las partículas, la eficiencia de captura tiende a ser la misma para todas las geometrías. Finalmente, la geometría mejorada propuesta aumenta la eficiencia hidráulica, es decir, queda más agua en el tanque, por lo que las partículas tienen tiempo suficiente para depositarse en el fondo. Además, el flujo de agua cerca de la pared promueve la deposición de sedimentos (Bouisfi, Firdaouss, et al. 2019). Por ello según los autores (Elfadil, Abdelkarim D., et al. 2023), mencionaron que el procedimiento propuesto se basa en el lavado regular del tanque de sedimentación y proporciona una alternativa a la colocación de placas inclinadas en el tanque de sedimentación para aumentar su tasa de llenado y aumentar la eficiencia de recolección. El modelo tiene una geometría de cuenca definida y puede eliminar incluso sedimentos finos (0,055 a 0,22 mm) de la corriente con altas eficiencias de eliminación determinadas según Camp (1946). Se utilizaron procedimientos de diseño analítico para diseñar cuencas de sedimentación

eficientes en canales de riego de suelos que suministran agua rica en sedimentos, ahorrando así la huella del sistema de cuencas en comparación con los diseños existentes. La instalación de placas inclinadas en el tanque del canal principal del esquema de Gezira, aunque se redujo la longitud del flujo, resultó en una mejora aún mayor en la eficiencia de eliminación (en un 95%) debido a su velocidad más lenta y mayor tiempo de residencia. Según (Aligardashi & Goodarzi 2020), mencionaron que en su estudio; su objetivo fue investigar los efectos de los vientos superficiales y profundos sobre la eficiencia hidráulica de los tanques de sedimentación en plantas de tratamiento de agua y aguas residuales. Se realizó un estudio numérico bidimensional validado para evaluar el desempeño hidráulico de cuatro tanques de sedimentación en tándem de diferentes profundidades, 2,5, 3, 3,5 y 4 (m). Se aplicaron velocidades de viento de 5 y 7 (m/s) a la superficie del agua en dirección paralela y aguas arriba del flujo de agua en el tanque de sedimentación. En este estudio, se utilizan el modelo de turbulencia $k-\epsilon$ y el seguidor escalador pasivo para realizar las simulaciones. Las investigaciones han confirmado que el efecto del viento sobre la superficie del agua crea zonas de recirculación y aumenta la longitud de la zona de recirculación. Independientemente de las condiciones normales o de viento, el tiempo de retención hidráulica real y el volumen efectivo de un tanque de sedimentación aumentan significativamente a medida que aumenta la profundidad del tanque. También según los autores (Loganathan & El-Din 2019), mencionaron que el filtro de bolsas puede reducir eficazmente los sólidos suspendidos en el agua subterránea y su concentración se reduce en un 80%. Sin embargo, el efecto sobre la reducción de la turbidez fue mínimo. La turbidez puede ser causada por partículas $<50 \mu\text{m}$ de diámetro. Se observó una eliminación limitada de TOC (8%) después de la MF. Esto sugiere que la mayoría de los compuestos orgánicos se disuelven en el agua base o tienen un peso molecular demasiado bajo para ser rechazados por los poros de la membrana. Los filtros de mangas no fueron reemplazados durante la operación de la planta piloto debido a una acumulación excesiva de sólidos. Todos los filtros de bolsa se pueden limpiar fácilmente con una manguera de jardín típica y agua. Por lo tanto, los filtros de bolsas MF han demostrado ser un método confiable y económico para proteger equipos de pretratamiento posteriores más costosos. Sin embargo Martínez (2019) su investigación fue caso contrario al nuestro por el extractor, aquí

el utilizaría una osmosis inversa la cual funcionaría como un filtro son dejar pasar partículas a hacia el tratamiento de aguas la remoción de residuos se logrará en un 90%, a un 95% en residuos del agua, también describe brevemente que sistema de control requiere de sensores, controladores, actuadores un conjunto de sistema de control. Por lo tanto, Cordero (2023) realizó una propuesta económica obteniendo los costos totales de la instalación de tuberías, instalación de equipos, instalación eléctrica, la supervisión y su funcionamiento obtuvo un costo total de 45,691.7 dólares. Estos costos del sistema a utilizar que son parte del tratamiento de aguas residuales para lograr su proceso continuo sin errores. Además (Muio Roberta et al. 2019), nos mencionaron que es interesante observar cómo los costes totales son menores en verano que en invierno (en el escenario 0, 7,2 céntimos de euro/m³ en verano y 8,7 céntimos de euro/m³ en invierno). De hecho, aunque los costos de aireación son ligeramente más altos en verano, el caudal fijo que ingresa a la línea de tratamiento de lodos es generalmente menor debido al diferente control del flujo de lodos y los menores costos asociados con el tratamiento de lodos durante el verano. Respecto al rango de SRT probado, se debe enfatizar que no fue posible aumentar el SRT más allá de 11 días, porque en la planta investigada, los SST en las aguas residuales secundarias aumentan con un SRT más largo, imposibilitando la retención de sólidos. Permanecer en la cámara biológica por más de 11 días. Además, una carga de sólidos tan significativa en el efluente secundario daría como resultado un aumento inaceptable de los productos químicos introducidos en la cámara de floculación de clarificación. Al mismo tiempo, es imposible reducir el SRT por debajo de 7 días, porque un tiempo más corto empeoraría el proceso de nitrificación. Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos para diferentes SRT, se puede observar que un aumento en el SRT (dentro de un rango aceptable para la operación de la planta) generalmente reduce el costo total de gestión. De hecho, la diferencia entre el escenario 0 y el escenario con menores costes totales de tratamiento (correspondientes a 11,4 días de TRS en invierno y 10,0 días en verano) supone un ahorro total de 44.000 € al año en verano y 93.000 € al año en invierno. Sin embargo, las diferencias entre los escenarios no son tan significativas y los costos totales en el área de prueba no difieren mucho. Esto puede deberse al tipo de afluentes que dependiendo de su composición tienen una alta carga de sólidos, así como a la presencia de

sedimentación primaria, que permite que estos sólidos se separen antes de ingresar a la parte biológica. De esta manera, una fracción significativa de los sólidos que ingresan a la línea de tratamiento de lodos está representada por sólidos en la corriente afluyente, la cual no varía con la SRT. Entre tanto Marchena (2021) al rediseñar su sistema de control automatizado para incrementar la eficiencia de su PTAR, realizó un análisis de costos los cuales al final le beneficiaron incrementando su producción y las calidades del agua, teniendo como costo pre un total de 226000 soles en gastos de los puntos críticos analizados y costo post de 60000 soles, para lograr su objetivo en la reducción de costos tuvo una inversión de 187,584.18 soles, para lograr el rediseño de su sistema de control automatizado, luego de su inversión logro dar como resultado del VAN un total de 439,646.88 soles con una TIR de 88.90%, determinando que mientras sea positivo el proyecto será viable, que sistema de controla automatizado es más factible y recomendado para su realización dentro de la empresa. No obstante (Bazán Arroyo 2019), nos mencionó que aplicando el tercer pilar de TPM que es el mantenimiento regular, desarrollamos un plan de mantenimiento preventivo, procedimientos de trabajo de mantenimiento preventivo y una lista de verificación para cada máquina. De esta manera, los costos de mantenimiento preventivo se reducen en un 15%, los costos operativos de impacto negativo se reducen en un 70% y los costos de horas extras se reducen en un 40%. Se otorgaron beneficios por S/.95,865.05 por inconformidad de trabajo, realización de trabajos de mantenimiento de baja calidad y falta de procedimientos de trabajo. Se introducen indicadores como disponibilidad, MTBF (Tiempo medio entre fallos), MTTF (Tiempo medio entre fallos), etc. para controlar mejor el equipo. De esta manera podemos entender el estado de los equipos, reducir los costos totales de mantenimiento por falta de indicadores y generar S/ beneficios. 71.087,93. De otra manera Fernández (2021) determina una inversión de 35,000 dólares equivalente a soles en 130,549.19 soles para sus gastos administrativos, materiales, depreciación, el impuesto a la renta, mantenimiento, en el tiempo de 1 mes teniendo como resultado del VAN un total generado de 128,848.86 dólares convirtiéndolo a soles equivale a un total de 480,603.86 soles con esto determina que las ganancias con el sistema automatizado son mayores a las ganancias de un sistema manual, de la misma

manera obtiene una TIR del 80% el cual también lo describe que la rentabilidad ha superado las expectativas para ser viable.

Según los autores (Ayulo Chavez & Cubas Medinar 2023), mencionaron que en las 28 semanas de medición (pre y post implementación), los costos de mantenimiento individual de las cinco máquinas disminuyeron, en total ascendieron a S/. 72,530.58 a S/. 31.988,66 que corresponde al 55,90%. Nuevamente, utilice como referencia el objetivo de S/ de la empresa. 40.000,00 para el quinto equipo; después de la implementación, el costo es un 20,03% menor que el valor anterior. Asimismo, pruebas estadísticas verifican la reducción de costos desde S/ luego de aplicar el esquema. 39,808.22 a S/. La media aritmética es 16.171,66. 186 Sin embargo, los costos fijos respecto al original aumentaron un 53,45% (de S/. 6.536,50 a S/. 6.536,50). 10.031,90); debido a que el mantenimiento inicial no se completó y/o no se realizó en el tiempo especificado, por el contrario, luego de la aplicación del plan de mantenimiento, se amplió el tiempo de ejecución y se realizó el mantenimiento preventivo con la correcta frecuencia. Costos asociados a estas actividades. En contraste, los costos variables disminuyen de S/. 12,493.60 a S/. 4744,92 (62,02%) debido a la reducción de la gravedad y la frecuencia de errores inesperados. Situación similar ocurre con los costos que no están identificados (ni contabilizados) antes del estudio, pero que forman parte de los costos de mantenimiento: costos financieros y costos de distribución, cuyo monto asciende a S/. 53,499.48 a S/. 17.211,77, una disminución del 67,83%. Esto significa un aumento en los costos fijos (S/. 3,494.41) se recuperó reduciendo costos variables, costos financieros y costos de error (-S/.53,499.48). Además, el valor presente neto (VAN) es de S/. 3542.74 y la tasa interna de retorno (TIR) es 42.53% lo que demuestra que el devengo es rentable para la empresa. En resumen, con base en evidencia contable y resultados estadísticos, confirmamos que los programas de mantenimiento pueden reducir significativamente los costos de mantenimiento. De la misma forma López (2021) realizó su investigación en mejora del diseño de su planta de tratamiento de aguas residuales, logró una recolección de datos del total de entrevistados de la afectación en solidos del proceso, mediante una entrevista obtuvo la información en participación y conversación con los operarios de planta o jefes encargado del área para conocer los horarios de supervisión el mantenimiento si se llega a realizar y las inversiones que este requería, diagnosticó

los costos de estas mejoras detallándolos según mano de obra profesional con un total de 12,961.104 dólares y con personal total de 4, así mismo el costo del transporte de los materiales y de los investigadores con un total de 96000 dólares, alimentación con un total de 480000, servicio o papeleo con un total de 80000 dólares, etc. El costo total final que del diagnóstico reflejó fue de 15,007.104 dólares estadounidense, convirtiéndolo a soles equivale a un total de 55976.15 soles.

Según (Pinto & Franco 2022), nos mencionaron que el consumo de energía del sistema puede ser proporcionado por tecnología de células solares, y el equipo puede integrarse en sistemas solares externos o sistemas de energía tradicionales si es necesario. El tiempo de operación del sistema está limitado a 4,5 horas debido a las horas pico de sol (HPS) de la región; Está diseñado para tratar aguas superficiales en zonas con radiación solar de moderada y alta. Aporte financiero de USD 13.975,00; teniendo en cuenta la calidad de los equipos, materiales, durabilidad, compatibilidad con recursos energéticos renovables, bajos costos de operación y mantenimiento; a medio plazo, es una alternativa ideal, cómoda y económica. Alternativas similares en el entorno local (más de \$12.000,00); sin modularidad, portabilidad, protección del medio ambiente, etc. características; Además del elevado consumo de energía, los costes de operación y mantenimiento también son elevados. El costo del insumo químico al sistema es de \$0.37 por metro cúbico de agua tratada, cuya dosificación y selección está determinada por los estándares del fabricante y proveedor. Se recomienda realizar pruebas en tanques in situ para determinar el aporte óptimo y la dosis ideal, ya que la calidad del agua superficial varía de un lugar a otro. Finalmente mostraremos las medidas utilizadas para evaluar el desempeño del TPM consisten en la eficacia global de los equipos (OEE), el tiempo promedio entre fallos (MTBF) y el tiempo promedio de reparación (MTTR) (Rodríguez, 2019). De igual forma los resultados reportados por Arias (2020) con su estudio de análisis de costos para realizar su investigación, detalló que el costo total de materiales que utilizó para su diseño e instalación fue de un total de 4,473.19 dólares, como también realizó el costo de mano de obra con un total de 2,580 dólares, de igual manera realizó el costo total de la maquinaria y equipos dándole como resultado 960 dólares, tienen un costo total de 9088.19 dólares americanos, los cuáles convertidos a soles nos da un resultado de 33898.74 soles.

Indicadores del TPM. Información tomada de SPC Consulting Group.

METAS	BENEFICIOS	IMPACTO FINANCIERO
Para el 90% se considera de clase mundial	Se sabe que las maquinas logran correr más rápido y más confiables siguiendo la calidad que se requiere	Incrementa la productividad, la calidad y mejora continua
Cuanto más tiempo mejor beneficio	Los Paradas no se presentan a menudo	Se reduce los tiempos innecesarios o tiempos muertos para lograr el objetivo deseado
Cuanto más reducido, será más factible	Las reparaciones son más rápidas porque son pocas	Se logra reducir el tiempo de su reparación, teniendo como refracción el mismo efecto de reducción

Fuente: Elaborado por el autor.

Los índices de gestión de mantenimiento permiten evaluar y medir las actividades realizadas en un tiempo determinado (Gonzales, 2019).

Estos índices se clasifica en cuatro áreas: Rendimiento, costos, efectividad y seguridad; en efectividad evalúan la eficiencia de su correcta función de las máquinas e instalaciones. También evalúan el grado de cumplimiento de planes y programas de mantenimiento y la calidad de las tareas realizadas. Algunos de los indicadores incluyen:

$$Tiempo\ promedio\ para\ fallar\ (TPPF) = \frac{Horas\ operadas}{Número\ de\ fallas}$$

Ecuación 1. Tiempo Promedio Para Fallar

$$Tiempo\ promedio\ para\ reparar\ (TPPF) = \frac{Cantidad\ de\ horas\ de\ fallas}{Número\ de\ fallas}$$

Ecuación 2. Tiempo Promedio Para Reparar

$$Disponibilidad\ (D) = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR} \times 100\%$$

Ecuación 3. Disponibilidad

$$Utilización(U) = \frac{Cantidad\ de\ horas\ operada}{Cantidad\ de\ horas\ del\ periodo} \times 100\%$$

$$Confiabilidad = e^{-\frac{t}{TPPF}}$$

Ecuación 4. Utilización

Los indicadores de efectividad relacionados a la calidad de trabajo y planes de mantenimiento son:

$$Backlog = \frac{Órdenes\ de\ trabajo\ pendiente}{Horas\ hombre\ disponibles\ por\ semana}$$

Ecuación 5. Backlong

$$Desviaciones\ planificadas = \frac{HH\ planificadas - HH\ ejecutadas}{HH\ planificadas} \times 100\%$$

Ecuación 6. Desviaciones Planificadas

$$\text{Cumplimiento de MTTO} = \frac{\text{Ordenes de trabajo de Mtto ejecutado}}{\text{Ordenes de trabajo de Mtto programados}} \times 100\%$$

Ecuación 7. Cumplimiento de MTTO.

$$\text{Trabajos por prioridad} = \frac{\text{ODT ejecutados por prioridad}}{\text{ODT ejecutados}} \times 100\%$$

Ecuación 8. Trabajos por Prioridad

Rendimiento: Estos indicadores se enfocan en los colaboradores del área de mantenimiento los cuales son:

$$\text{Ausentismo} = \frac{\text{Horas hombre ausente}}{\text{Horas hombres totales}} \times 100\%$$

Ecuación 9. Ausentismo

$$\text{Sobretiempo} = \frac{\text{Horas hombres sobretiempo}}{\text{Horas hombres totales}} \times 100\%$$

Ecuación 10. Sobretiempo

$$\text{Personal capacitado} = \frac{\text{Horas hombres de capacitación}}{\text{Horas hombres totales}} \times 100\%$$

Ecuación 11. Personal Capacitado

Seguridad: Los indicadores de esta área se enfocan en la seguridad del entorno laboral en el cual desarrollan las actividades los colaboradores los cuales son:

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de accidentes} \times 1'000.000}{\text{Horas hombres trabajadas}}$$

Ecuación 12. Frecuencia

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Cantidad de días perdidos} \times 1'000.000}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

Ecuación 13. Severidad

Costos: Estos indicadores son relacionados a los gastos de la gestión de mantenimiento enfocados a mejorar la productividad los cuales son:

$$\text{Costo MTTO/HH} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Horas hombres trabajadas}} \times 100\%$$

Ecuación 14. Costo MTTO/HH

$$\text{Costo Mtto/Producción} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Costo total de producción}} \times 100\%$$

Ecuación 15. Costo MTTO/Producción

$$\text{Costo Mtto/Unidades de Producción.} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Unidades producidas}} \times 100\%$$

Ecuación 16. Costo MTTO/Unidades de Producción.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Por su tipo de investigación: No experimental

Esta investigación se realiza sin manipular deliberadamente variables y en los que se medirá los fenómenos en su ambiente natural para analizarlo, este tipo de investigación se basa en medir y recopilar datos. (Sampieri et al.,2020)

Por enfoque de investigación: Cuantitativa

Se considera cuantitativo a los fenómenos que se pueden medir, por ejemplo, talla, edad, nivel me hemoglobina, número de hijos, masa, etc. utilizando las herramientas de estadística analizando los datos recogidos. (Flores, 2019)

Esta investigación es cuantitativa ya que se analizó los datos numéricos en los aportes diarios de efluente ingresante a los tanques de sedimentación y así determinar la cantidad de líquido necesario referente a la cantidad máxima del tanques de sedimentación. Siguiendo los indicadores de las variables de estudio.

Por su nivel de investigación: Descriptivo Propositivo

El nivel de investigación descriptivo propositivo es aquel que busca describir y analizar una situación o fenómeno en particular, con el propósito de proponer posibles soluciones o acciones específicas para mejorar o resolver dicho problema. (Sampieri et al.,2020)

3.2 Variables y operacionalización

V. INDEPENDIENTE: Rediseño de un Sistema de Control

Los sistemas de control están cumplen todas las tareas de automatización en procesos industriales de manufactura, es aquí donde se utiliza las herramientas como los PLC, algoritmos PID, etc. esto se será una solución genérica los cuales se monitorean por si solos teniendo una gran potencia de respuesta y alcance. (Lloacana, 2019)

Esta investigación sirve como guía para diseñar los sensores y el sistema de control como primero en el programa Microsoft VISIO (VSDX, VDX), para la instalación en los tanques de sedimentación.

V. DEPENDIENTE: Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento se relacionan con los costos de fabricación, comercialización, innovación, materia prima, etc. el cual debe mantenerse por debajo del 12% del costo total o mejores de los casos del 5% a 12%, se debe examinar los costos fijos, costos variables, costos de planificación, costos financieros, costos por fallas, etc. (CRUZ, 2021)

Esta investigación se tendrá como principal estudio los costos de distintas áreas, resolviendo cada costo por falla, costos fijos, costos financieros, etc. los costos de mantenimiento proyectado antes y después.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Población

La población puede ser la totalidad de los elementos que se desea estudiar. Se debe conocer la cantidad de la población o también puede ser población finita o infinita. (Gonzales, 2020)

Se considera parte de la población, el nivel o total de líquido en el tanque de sedimentación, los costos de maquinaria afectada, costos de instrumentos afectados, costos documentos afectados, costos de mantenimiento de maquinaria e instrumentos afectados en cada área.

Criterio de inclusión: se consideró como parte de la población el volumen de líquido los tanques de sedimentación, medido en m³.

Criterio de exclusión: no se consideró el lodo sobrante del proceso de tratamiento de aguas residuales.

3.3.2 Muestra

La muestra permite ahorrar tiempo y recursos, ya que es más factible y práctico trabajar con un grupo más pequeño en lugar de estudiar a todos los individuos de la población. Además, la muestra debe cumplir con los criterios de representatividad, es decir, debe reflejar las características y variables relevantes de la población en estudio. (Fernández et al. 2020)

Nuestra primera muestra es el volumen total del tanque de sedimentación.

Nuestra segunda muestra es la cantidad total de líquido ingresante a los tanques de sedimentación.

Nuestra tercera muestra son los costos de mantenimiento de las áreas que han sido afectadas.

Nuestra cuarta muestra son los costos de toda la materia prima afectada.

3.3.3 Muestreo

Según Hernández et al. (2020), el muestreo consiste en seleccionar una fracción de la población total, más pequeñas y más accesibles, con el fin de realizar inferencias sobre la población completa.

Esta muestra debe ser recogida de manera aleatoria y debe tener características similares a las de la población objetivo para que los resultados obtenidos puedan generalizar de manera confiable.

3.3.4 Unidad de Análisis

Se registró la cantidad de líquido o efluente desbordado por cada día trabajado en Lt.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad

Tabla 1: Técnicas e Instrumentos

FASE DE ESTUDIO	FUENTES DE INFORMACIÓN/INFORMANTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO /PROCESO	RESULTADOS ESPERADOS
Diagnosticar la ejecución actual del plan de mantenimiento	Gerente general, Autores	Observación Directa	costos de mantenimiento, costos de servicios, Ishikawa, Pareto, matriz de correlación, tabla la de frecuencia, alternativas de solución.	Extracción de información	Hallar el origen y sus problemas que generan los desbordes de efluente de los tanques de sedimentación y la frecuencia de las causas en situación real encontrado en la empresa.
			encuesta	Extracción de la información	Observar y analizar las causas que se genera por la falta de automatización, el nivel de riesgo del desborde de los tanques, los criterios de los trabajadores y sus alternativas de solución para lograr la automatización
		Análisis documental	costos de materia prima afectada		

Rediseñar el sistema de control automatizado	Autores	Observación Directa	Registro del tanque de sedimentación	Elaboración de diagramas e implementación de códigos para el control y monitoreo automatizado	se creará e instalará los diagramas de monitoreo para poder lograr el control del Arduino y los sensores en los tanques, se logrará automatizar el tanque para el llenado del caudal o efluente al nivel establecido, logrando controlar el derrame o desborde del líquido.
			sensor ultrasónico		
			contactor		
		Plc			
		datos electrónicos	Onda del sonido		
			Registro del caudal		
Evaluar el beneficio económico del rediseño del sistema de control automatizado.	Autores	Observación Directa	VAN, TIR Costos de mantenimiento Costos de inversión	Evaluación de costos para obtener el resultado final	Relación y resultado según nuestras variables y formulas reales del problema presentado
		Análisis Documental			

Elaboración propia: tabla técnicas e instrumentos

3.4.4 Confiabilidad

Es un instrumento que sería valido si se comprueba o se mide aquello que pretendemos medir, puede haber una alta confiabilidad y con un poco de margen de error, cuanto error habrá en la medición de un instrumento, en resumen, la confiabilidad es la ausencia del error, en la medición de un instrumento. Así lo afirma (Sánchez, 2019).

3.5 Procedimientos

3.5.1 Situación actual de la empresa

ASSERMEDAMB EIRL, asesoramiento y servicios para el medio ambiente y otros E.I.R.L especializada en otras actividades empresariales, fue creada y fundada el 18/10/2011, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una empresa individual.

Dedicada a la ejecución de soluciones integrales de servicios medioambientales, especializada en la gestión integral de agua y residuos industriales.

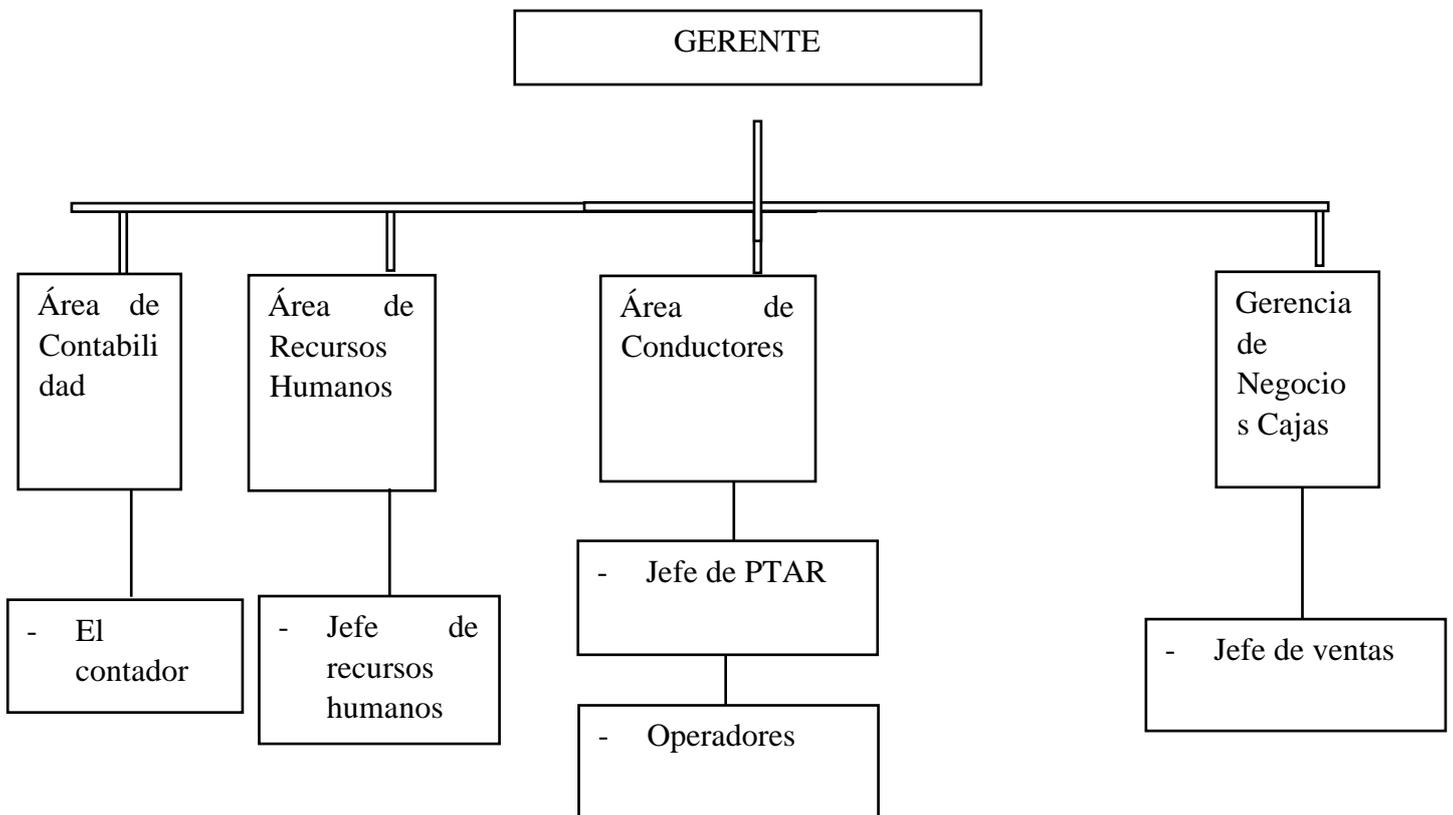
A nivel nacional la empresa ofrece un servicio integral, se da inicio con el asesoramiento, diseño de ingeniería e implementación industrial en el tratamiento

de efluentes residuales (domésticos e industriales), tratamiento de lodos, manejo y estabilización.

Procesos:

- Tratamiento de agua residual industrial.
- Tratamiento de efluente doméstica.
- Tratamiento de efluente industrial.
- Tratamiento de lodos.
- Manejo y esterilización de lodos y efluentes.
- Control de niveles.

3.5.2 Organigrama de la empresa



Elaboración propia: Organigrama de la empresa

3.6 Método de Análisis

El análisis de datos descriptivos muestra los valores encontrados y presentados en formas, gráficos y tablas, también se puede probar con hipótesis reales.

La estadística probabilística se usará en este proyecto, así mismo se utilizará los datos recolectados, gráficos, tablas, diagramas, flujo de procesos, esto se realizó en el programa de Excel y Word para la transcripción, así mismo se utilizó la plataforma de TURNITIN y así validar el porcentaje de similitud.

3.7 Aspectos Éticos

Este proyecto sigue las normas que la “UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO” exige para desarrollar un trabajo exacto y de calidad, así mismo se sigue la estructura ya establecida para enfocarse en la solución al problema de nuestra empresa en la cual nos desarrollamos; para estas soluciones se investigó en bibliotecas, documentos, tesis, debatiendo y tomando como referencia los autores ya experimentados en la misma rama e investigación.

Cabe recalcar que al realizar este proyecto se siguió la ética profesional, respetando a las personas, la búsqueda del bien sin perjudicar a las personas, la justicia y la honestidad en cada palabra escrita recopilando datos e información con permiso de la empresa donde se realiza el proyecto, manteniendo la privacidad de los datos para lograr el objetivo anhelado.

IV. RESULTADOS

4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Diagnosticar la ejecución del plan de mantenimiento.

Para obtener los costos actuales de mantenimiento, ha sido necesario realizar una entrevista primordial al gerente de la empresa, por con siguiente se realizó una encuesta a los trabajadores de planta, para obtener respuestas más claras en la investigación del problema, también se realizó una tabla de materiales e instrumentos afectados. Con esto podemos conocer profundamente los problemas internos de cada área, materiales y sus costos actuales mensuales dentro de la empresa.

Así mismo se diagnosticó la data histórica de un año atrás para obtener los costos de mantenimiento de cada mes, para de esa manera determinar las pérdidas de materiales, liquido, entre otros. De esta manera sabremos las cantidades en soles y en Lt por las horas laboradas dentro de la planta.

Tabla 2: Registro de procesos

N ^o	AREA DE PROCESOS	AREA DE MACRO
		Recepción de efluentes mezclado
1	Grandes eventos	Control de efluente entrante
		Control de efluente en proceso de separación de solido
2	Sedimentador	Control de bombas para el envío de efluente a los clasificadores
		Agregación de químicos
3	tanques de sedimentación	Extracción de líquido puro sin globo ni partículas
		Control del decanter centrifugado
4	Decanter	Separación de mezclas solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)

Elaboración propia: tabla registro de procesos

Se identifico que la empresa cuenta con 4 áreas las cuales son Grandes eventos cuenta con dos macroprocesos recepción de efluente mezclado y control de efluente entrante, así mismo en el área de sedimentador cuenta con sus dos macro procesos control de efluente en procesos de separación de sólidos y control de bombas envío de efluente, como también en el área de tanques de sedimentación cuenta con sus dos macro procesos agregación

de químicos y extracción de líquido puro, por último en el área de decanter sus dos macro procesos son control de decanter centrifugado y separación de mezclas alto solido líquido.

Así mismo se identificó el personal que labora en cada área de cada proceso en cada turno respectivamente.

Tabla 3: Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día



TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	
		HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
1/10/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad	✓	7:30 a. m.	9:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación	✓			24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	✓			24h			
12/10/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de sólido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	✓	2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad	✓			24h			
		separación de lodos primera etapa	tuberías de presión	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad	✓	11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
			sensor de boya	sensor boya roto	desgaste	✓			24h			
14/10/2023	TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua	✓	7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520	352440
				sello mecánico quemado	entrada de agua	✓			24h			

				rodajes sobrecargados	entrada de agua	✓			24h			
				bobinas quemadas	entrada de agua	✓			24h			
				rotor recalentado	entrada de agua	✓			24h			
				motor quemado	entrada de agua	✓			24h			
				cableado eléctrico quemado	entrada de agua	✓			24h			
				tapas desgastadas	entrada de agua	✓			24h			
				eje húmedo	entrada de agua	✓			24h			
16/10/2023			bomba de agua en eje libre	fugas en el sello mecánico	entrada de agua	✓	9:00 a. m.	4:00 p. m.	24h	17h	544680	
				ruido en el eje de la bomba	entrada de agua	✓			24h			
				eje dañado por humedad	entrada de agua	✓			24h			
				termostato quemado	entrada de agua	✓			24h			
				fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua	✓			24h			
				válvulas de pie corrido	entrada de agua	✓			24h			
				empaquetadura húmeda	entrada de agua	✓			24h			
				impulsadores vortex corrido	entrada de agua	✓			24h			
				protección externa oxidado	entrada de agua	✓			24h			224280
21/10/2023			electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua	✓	8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
				impulsor quemado	entrada de agua	✓			24h			
				casco de rodamientos oxidados	entrada de agua	✓			24h			
				anillo distanciador oxidado	entrada de agua	✓			24h			288360

			disco de grasa pegado	entrada de agua	✓			24h			
			anillo stefa desgastado	entrada de agua	✓			24h			
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua	✓			24h			
			empaquetadura rota	entrada de agua	✓			24h			
			tapón de purga oxidado	entrada de agua	✓			24h			
24/10/2023	Recepción de efluente	bomba de transferencia de agua de diafragma	no se ha cebado la bomba	entrada de agua	✓	7:00 a. m.	3:00 p. m.	24h	16h	512640	
			desgaste de anillos por la oxidación	entrada de agua	✓			24h			
			empaquetadura y sellos muy ajustados	entrada de agua	✓			24h			
			válvulas de bola oxidadas	entrada de agua	✓			24h			
			cámara de bombeo tapado	entrada de agua	✓			24h			
			membranas oxidadas	entrada de agua	✓			24h			
			colector de aspiración roto	entrada de agua	✓			24h			
			colector de descarga pegado	entrada de agua	✓			24h			
			motor neumático húmedo	entrada de agua	✓			24h			256320
26/10/2023		motor monofásico	estator quemado	entrada de agua	✓	9:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	16h	512640	
			placa de bornes húmedo	entrada de agua	✓			24h			
			bobinado quemado	entrada de agua	✓			24h			
			eje oxidado	entrada de agua	✓			24h			
			rodamientos oxidados	entrada de agua	✓			24h			
			ventilador desgastado	entrada de agua	✓			24h			256320

				rotor quemado	entrada de agua	✓			24h			
28/10/2023		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua	✓	10:00 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua	✓			24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua	✓			24h			
				tuberías PVC desgastados químicamente	entrada de agua	✓			24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua	✓			24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua	✓			24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua	✓			24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua	✓			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua	✓			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua	✓			24h			
30/10/2023		Control del decanter centrifugado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	✓	11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
						✓			24h			
						✓			24h			
31/10/2023	CENTRIFUGADO	Separación de mezclas solido-liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso	✓	1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
				tornillo transportador atascado	exceso de lodo	✓			24h			
				pared del cuenco con lodo	lodo espeso	✓			24h			
				distribuidor de entrada oxidado	humedad	✓			24h			
				puerto de descarga sobrecargado	poca agua	✓			24h			
				tubo de alimento roto	exposición al sol	✓			24h			

Elaboración propia: Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día

Interpretación:

caudal = 267/min

1 hora:

267*60 min = 16,020/h **1** tanque de sedimentación

16020 * 2 = 32,040L/h **2** tanques de sedimentación

24 horas:

32040 × 24 = 768,960L/Día

Ecuación 17. Caudal

Tabla 4: Litros procesados en los tanques de sedimentación en hora/Día

	litros al día de 2 tanques de sedimentación	32040
1h	horas pérdidas de mantenimiento	?
24 h	litros fijados por 24 h	768960

Elaboración propia: tabla de Litros procesados en tanques de sedimentación

Se identificó que por cada hora se produce 32040 lt de agua tratada, y por cada 24 horas al día se produce 768960 lt de agua tratada al día. Eso quiere decir que por las horas de mantenimiento o fallas de los equipos necesarios para este tratamiento se perderán horas de producción de agua tratada.

conclusión, se disminuirá la cantidad de agua tratada, por las fallas de los equipos, falta de mantenimiento, y falta de un sistema de control automatizado, estas pérdidas generarán una pérdida excesiva en dinero por los Lt durante cada mes.

Tabla 5: Disponibilidad de los equipos en el área más afectada.

ÁREA	horas	eventos
	TIEMPO MUERTO	NUMERO DE CORRECTIVOS
grandes eventos	2	2
sedimentador	3	2
tanques de sedimentación	46	3
centrifugado	3	2

Elaboración propia: Disponibilidad de los equipos en el área más afectada.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paras}}$$

Ecuación 18. Tiempo medidas entre fallas (MTBF)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Ecuación 19. Tiempo medio de reparación (MTTR)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Ecuación 20. Disponibilidad

Tabla 5.A: Grandes eventos

tiempo disponible	168
tiempo de inactividad	2
número de fallas	2
tiempo productivo	166
MTBF - Tiempo medio entre fallas	83
MTTR - Tiempo medio entre reparaciones	1
Disponibilidad	98.8

Elaboración propia

Tabla 5.B: Sedimentador

tiempo disponible	168
tiempo de inactividad	3
número de fallas	2
tiempo productivo	165
MTBF - Tiempo medio entre fallas	82.5
MTTR - Tiempo medio entre reparaciones	1.5
Disponibilidad	98.2

Elaboración propia

Tabla 5.C: Tanques de sedimentación

tiempo disponible	168
tiempo de inactividad	46
número de fallas	3
tiempo productivo	122
MTBF - Tiempo medio entre fallas	40.7
MTTR - Tiempo medio entre reparaciones	15.3
Disponibilidad	72.6

Elaboración propia:

Tabla 5.D: Centrifugado

tiempo disponible	168
tiempo de inactividad	3
número de fallas	2
tiempo productivo	165
MTBF - Tiempo medio entre fallas	82.5
MTTR - Tiempo medio entre reparaciones	1.5
Disponibilidad	98.2

Elaboración propia:

Disponibilidad de equipos afectados

AREA	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
AREA 1	83	1	98.8
AREA 2	82.5	1.5	98.2
AREA 3	40.7	15.3	72.6
AREA 4	82.5	1.5	98.2

Elaboración propia: tabla de Disponibilidad de equipos afectados

En las distintas áreas se encontró una disponibilidad de 98.8,98.2,72.6,98.2, de esta manera pudimos confirmar que el área más afectada con el derrame de efluente y que necesita un sistema de control es el área 3 tanques de sedimentación.

Tabla 6: Check List de mantenimiento

Trujillo 2023		CHECK LIST DE MANTENIMIENTO		
Para la mejora del sistema de control 		AREA: PLANTA	Rev:	
		TECNICO: EDGAR FLORES CORREA	Fecha: 11/10/23	
			Fecha: 11/10/2023	
PLANIFICACIÓN	ITEM	PLANIFICACIÓN	SI	NO
	1	Realizar una serie de documentos a todos los equipos		X
	2	Realizar capacitación y formación del uso del sistema	X	
	3	Realizar políticas y practicas	X	
	4	Proyectar un área con sus dimensiones establecidas		X
	5	Presentar una programación de las maquinas no disponibles		X
6	Planificar con anticipación la instalación a realizar en planta para un buen funcionamiento	X		
EJECUCIÓN				
EJECUCIÓN	7	Gestiona cumplir los parámetros de sistema de control	X	
	8	Gestiona prevenir retrasos en planta por parada en falla de equipos		X
	9	Gestiona a tiempo los repuestos para las fallas	X	
	10	Gestiona una correcta estrategia de los equipos, materiales, entre otros...		X
	11	Gestiona en mantener un área limpia y ordenada		X
	12	Gestiona en organizar y predominar las fallas.		X
13	Realiza apropiadamente un registro de datos actualizados		X	
Control				
CONTROL	14	Controla un orden en el personal (operarios)		X
	15	Dispone de fichas de los equipos con constancia de la vida útil		X
	16	Posee un respaldo de información de la data de los equipos		X
	17	Posee indicadores correctos en sistema de control	X	
18	Controla en dar seguimiento los repuestos de maquinas		X	
TOTAL:			6	12

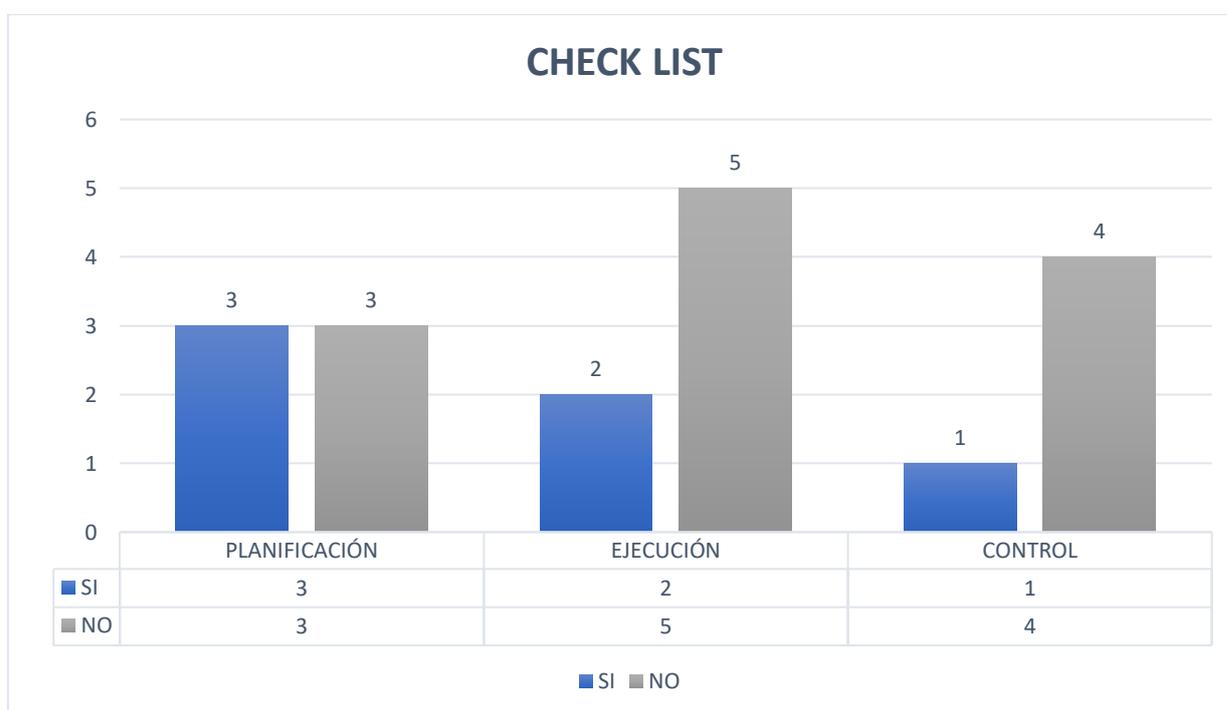
Elaboración propia: tabla Check list de Mantenimiento

Tabla 7: Resultados Check List

RESULTADOS DEL CHECKLIST				
		FASES	SI	NO
18	PLANIFICACIÓN		3	3
	EJECUCIÓN		2	5
	CONTROL		1	4

Elaboración propia: tabla resultados Check List

Gráfico 1: Registro de la Planificación, Ejecución y Control.



Elaboración propia: Grafico registro de secuencias

Se identificó el listado de secuencias de las tareas mediante una tabla de resultados, que el total de respuestas fueron de 18 ítems, esto nos arrojó un total de (SI), con un total de 6 puntuaciones y el resultado de (NO) obtuvimos 12 puntos. Asimismo, se verificó que la ejecución de solucionar el problema fue (No) con 5 puntos al no tener soluciones previas, como también si se cuenta con planificación para diseñar el sistema.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa



Elaboración propia: Diagrama de Ishikawa

Interpretación:

En el diagrama de Ishikawa se pudo determinar que la causa principal del problema es la falta de un sistema automatizado en los tanques de sedimentación, así mismo todo esto se genera por los equipos e instrumentos dañados y afectados dentro de planta.

Los 3 principales que se estudiaron para tener un diagnóstico más profundo son:

- Falta de un sistema automatizado en los tanques de sedimentación
- Falta de recursos tecnológicos
- Fallas por un ineficiente mantenimiento
- Mala optimización de recursos
- Falta de indicadores actualizado

Tabla 8: Matriz de Correlación

MATRIZ DE CORRELACIÓN															
ÍTEMS	6M	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	CANTIDAD DE RELEVANCIA
C1	MATERIALES	Falta de recursos tecnológicos		0	0	2	5	5	5	5	0	0	0	0	22
C2		usos inadecuados de inventarios en la demora en tiempo de llegada de los r y p	0		0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	8
C3	MAQUINARIA	Fallas por un ineficiente mantenimiento	0	0		0	0	0	0	5	0	5	0	0	10
C4		Maquina en mal estado	2	0	0		5	5	5	0	0	0	0	0	17
C5	METODOS	Mala optimización de recursos	0	5	0	0		5	5	3	0	0	0	0	18
C6		Procedimientos no estandarizados	0	0	0	0	5		5	3	0	0	0	0	13
C7	MEDICIÓN	Falta de automatización en los tanques de sedimentación	5	0	0	5	5	5		5	0	0	0	5	30
C8		Falta de indicadores actualizado	5	0	0	5	3	2	5		0	0	0	0	20
C9	MEDIO AMBIENTE	Máquinas y herramientas en lugares no adecuados	0	0	0	0	5	0	0	1		0	0	0	6
C10		Falta de orden y servicios	2	0	0	5	5	0	5	0	0		0	0	17
C11	MANO DE OBRA	Personal no capacitado en equipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5	5
C12		Confusión en roles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		5
TOTAL															171

Elaboración propia: Matriz de Correlación

Interpretación:

En nuestra matriz de correlación, se tomó la siguiente calificación de (1 a 5). (5) siendo la causa más importante, (3) estando en intermedio y (1) si no existe correlación Se identificó la causa más importante que genera el problema en la planta es la falta de un sistema automatizado en los tanques de sedimentación, teniendo como puntaje 30 de frecuencia en la que esta ocurre.

Tabla 9: Tabla de frecuencia

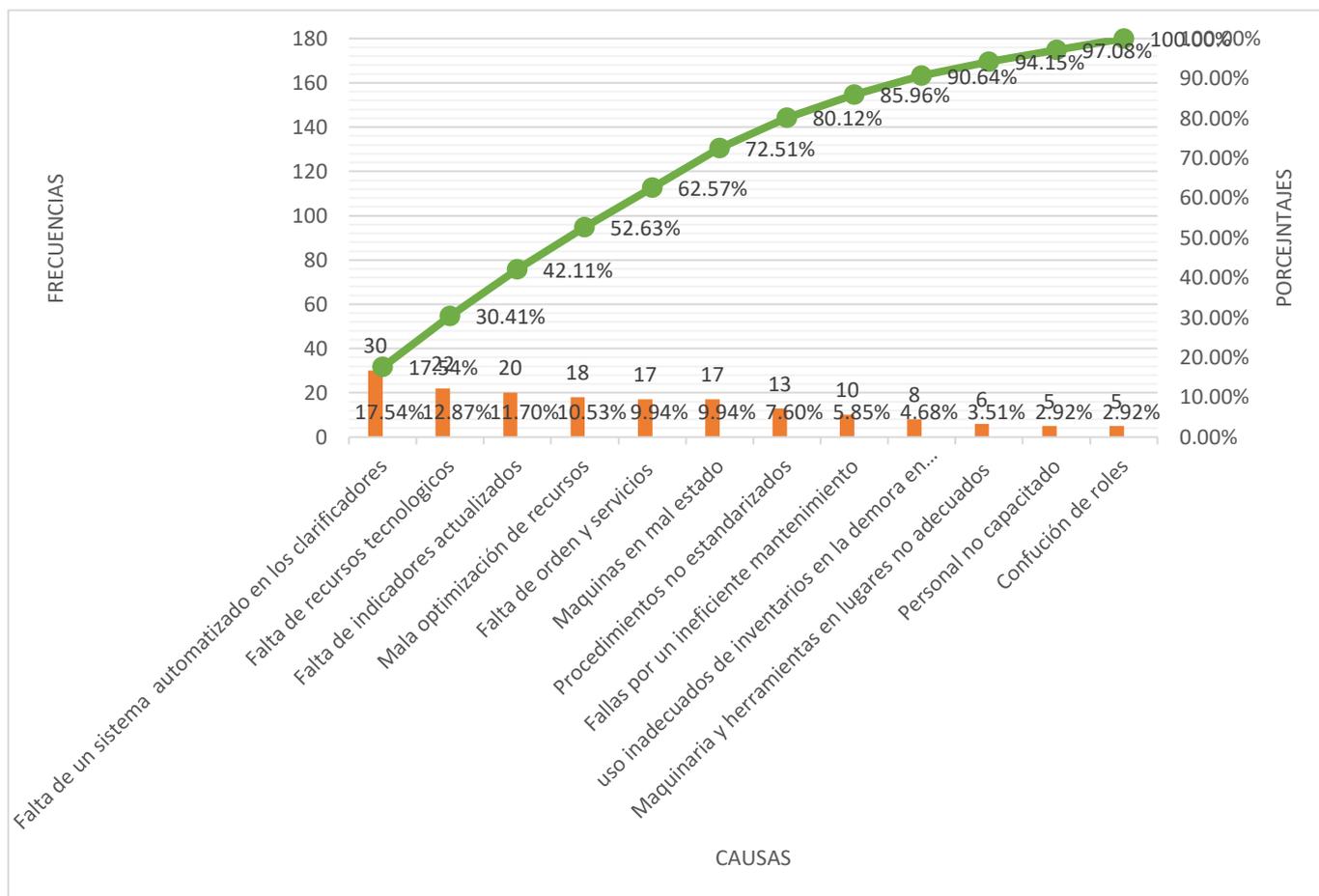
CAUSAS	Puntaje RELATIVO	% RELATIVO	% ABSOLUTO
Falta de un sistema automatizado en los tanques de sedimentación	30	17.54%	17.54%
Falta de recursos tecnológicos	22	12.87%	30.41%
Falta de indicadores actualizados	20	11.70%	42.11%
Mala optimización de recursos	18	10.53%	52.63%
Falta de orden y servicios	17	9.94%	62.57%
Maquinas en mal estado	17	9.94%	72.51%
Procedimientos no estandarizados	13	7.60%	80.12%
Fallas por un ineficiente mantenimiento	10	5.85%	85.96%
usos inadecuados de inventarios en la demora en tiempo de llegada de los r y m	8	4.68%	90.64%
Maquinaria y herramientas en lugares no adecuados	6	3.51%	94.15%
Personal no capacitado	5	2.92%	97.08%
Confusión de roles	5	2.92%	98,08%
Total	171	100.00%	100.00%

Elaboración propia: Tabla de Frecuencia

Interpretación: En nuestra tabla de frecuencia se identificó que la falta de automatización en los tanques de sedimentación tuvo un puntaje acumulado de 30 siendo la principal causa del problema identificado en la planta y teniendo con puntaje relativo y absoluto de 17,54% y 17,54% ocurriendo repetidas veces dentro de un día laborado.

Continuando con la determinación del problema se procedió a realizar un diagrama de Pareto señalando las irregularidades de la empresa de esta manera identificaremos las mejoras y los planes de acciones para eliminar o disminuir las pérdidas.

Figura 2: Diagrama de Pareto



Elaboración propia: Diagrama Pareto

Interpretación:

En nuestro diagrama de Pareto se determinó de mayor a menor relevancia teniendo como objetivo reconocer los problemas, es aquí donde se observó que no existe definición de líquidos y tampoco existe una automatización de los tanques de sedimentación, estos son las causantes de las pérdidas en la empresa, nos centraremos en mejorar estas áreas así mismo se mejorará sus procesos.

En el siguiente apartado se realizará las posibles alternativas de solución mediante una tabla, las cuales serán esencialmente importantes para la solución definitiva de los tanques de sedimentación.

Tabla 10: Tabla de Criterios y Alternativas de Solución

CRITERIOS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN					
ALTERNATIVAS	SALUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE LA APLICACIÓN	FACILIDAD DE LA APLICACIÓN TIEMPO DE LA APLICACIÓN	TIEMPO DE LA APLICACIÓN	TOTAL
sensor ultrasónico echo trek st/sb 400	2	2	2	2	8
sensor de boya	2	1	2	1	6
llave mariposa	0	0	1	1	2
NO BUENO (0) - BUENO (1) - MUY BUENO (2)					
LOS CRITERIOS SE ESTABLECIERON CON LOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA					
<i>Elaboración propia: Tabla de Criterios y Alternativas de solución</i>					

Interpretación:

En nuestra tabla podemos observar y definir que la mejor solución para nuestro problema de los tanques de sedimentación es el sensor ultrasónico Echo Trek ST/SB 400, los mismos que tienen una distancia de más de 10 m, siendo factible ya que nuestros tanques de sedimentación miden de largo 1.80m y de circunferencia 210 m3. Este sensor se encargará de controlar el líquido entrante al tanque de sedimentación y así mismo mediante un controlador se abrirá y cerrará los motores Bernard para dejar pasar y cerrar las válvulas de efluente entrante. Por consiguiente, se identificó detalladamente los materiales de planta los cuáles están siendo afectados cada dos días en la empresa. Esta información se plasmó en el siguiente cuadro.

Tabla 11: Identificación de los materiales afectados en la empresa

N.º	MATERIALES	MODELO Y SERIE
1	Bobina Trifásica	3hp stp 300 USR
2	Electro Bomba centrífuga	WERKEN 0.5 HP 90L/MIN
3	Bomba de pistones axiales circuito abierto	CAUDAL A4V50 BOSCH REXROTH
5	Tuberías PVC	4 110MMLONGITUD 3M
6	Tuberías PVC	UF 200MM S25
7	Tuberías de presión	C-10 EC.1. 1/2^X6m
8	Tuberías eléctricas	SAP GRIS 3^11 X3m
9	Tuberías Galvanizado	1^11 EMT Conduit
10	Pegamento PVC	Paín - shine celeste 32 onzas
11	Cinta aislante negra	TC5101 48mmx45m

12	Cables	CABLE VULCANIZADO NLT 380V/500V 3 X 16AWG INDECO (1 METRO)
13	Bombas sumergibles (agua de lados)	1/2 hp 220v Trifásico
14	bomba sumergible para lodos	5hp 230v 3f Robusta 2.5/ 50/ 3230
15	Compresora de aire	3hp 100 LT

Elaboración propia: Tabla de materiales afectados

Interpretación:

Se pudo observar que los materiales afectados por el derrame del efluente de los calificadores, son en gran cantidad bombas y tuberías de PVC en total siendo 58 tuberías las cuáles se cambian por mes, así mismo se pudo observar que lo más importante en la planta son las bombas centrifugas y las bombas sumergibles sumando un total de 27 bombas, estas son indispensables para el funcionamiento de la PTAR, no menos importante están las compresoras de aire las cuales son dos, están son muy importantes para generar el aire comprimido hacia las bombas y que estas funcionen.

Prosiguiendo, se identificó el costo de cada material afectado mensualmente en un tiempo determinado de un mes, en el cuál esta detallado cada material y costo respetivamente en su mantenimiento.

Tabla 12: Identificación de los materiales afectados en la empresa y su costo.

Costos mensuales				
Nº	MATERIALES	MODELO Y SERIE	MANTENIMIENTO S/	MES
1	Bobina Trifásica	3hp stp 300 USR	2,168.00	30
2	Electro Bomba centrifuga	WERKEN 0.5 HP 90L/MIN	329.00	30
3	Bomba de pistones axiales circuito abierto	CAUDAL A4V50 BOSCH REXROTH	420.00	30
5	Tuberías PVC	4 110MMLONGITUD 3M	340.00	30
6	Tuberías PVC	UF 200MM S25	329.00	30
7	Tuberías de presión	C-10 EC.1. 1/2^X6m	60.00	30
8	Tuberías eléctricas	SAP GRIS 3^11 X3m	85.00	30
9	Tuberías Galvanizado	1^11 EMT Conduit	60.00	30
10	Pegamento PVC	Paín - shine celeste 32 onzas	95.00	30
11	Cinta aislante negra	TC5101 48mmx45m	25.00	30
13	Bombas sumergibles (agua de lados)	1/2 hp 220v Trifásico	1,100.00	30
14	bomba sumergible para lodos	5hp 230v 3f Robusta 2.5/ 50/ 3230	1,200.00	30
15	Compresora de aire	3hp 100 LT	1,889.00	30
TOTAL			8,100.00	

Elaboración propia: Tabla de materiales afectados y sus costos

Interpretación:

Se identificó que el costo de cada materia prima o equipo dañado es de: 8,100.00 soles durante los 11 meses trabajados. En el siguiente apartado detallamos los costos de mantenimiento por cada área donde se requiere profesionales para solucionar los problemas que se genera durante cada mes y el costo por su trabajo que ellos realizan.

Tabla 13: Costos de materiales afectados por mes y mes de octubre

Costo mensual de Octubre				
N.º	MATERIALES	MODELO Y SERIE	MANTENIMIENTO	MES
5	Bobina Trifásica	3hp stp 300 USR	2,168.00	30
8	Electro Bomba centrífuga	WERKEN 0.5 HP 90L/MIN	329.00	30
5	Bomba de pistones axiales circuito abierto	CAUDAL A4V50 BOSCH REXROTH	420.00	30
10	Tuberías PVC	4 110MMLONGITUD 3M	340.00	30
10	Tuberías PVC	UF 200MM S25	329.00	30
8	Tuberías de presión	C-10 EC.1. 1/2^X6m	60.00	30
25	Tuberías eléctricas	SAP GRIS 3^11 X3m	85.00	30
5	Tuberías Galvanizado	1^11 EMT Conduit	60.00	30
8	Pegamento PVC	Paín - shine celeste 32 onzas	95.00	30
15	Cinta aislante negra	TC5101 48mmx45m	25.00	30
3	Bombas sumergibles (agua de lados)	1/2 hp 220v Trifásico	1,100.00	30
4	bomba sumergible para lodos	5hp 230v 3f Robusta 2.5/ 50/ 3230	1,200.00	30
2	Compresora de aire	3hp 100 LT	1,889.00	30
1	Bomba centrífuga	Barnes 50 hp trifásica 220/440 V	30,101.14	30
TOTAL			38,201.14	

Elaboración propia: Costos por mes y mes de octubre

Interpretación:

Se identificó que el gasto total del mes de octubre fue de 38,201.14 soles, ya que el mes pasado el líquido derramado de los tanques de sedimentación afectó 1 de las bombas centrífugas el cuál ha elevado el costo de la materia prima afectada en el mes de octubre.

Tabla 14: Identificación de los mantenimientos por área actuales y su costo.

COSTOS DE MANTENIMIENTO DE CADA ÁREA AFECTADA				
PERSONAL DE MANTENIMIENTO				
Descripción	´Días/Mes	Trabajadores	Pago/Día	Inversión
Mantenimiento de bombas centrífugas, bomba de agua en eje libre, electro bomba sumergible, bomba de transferencia de agua de diafragma,	15	2	60	1800
Mantenimiento de Tuberías, presión, galvanizado, eléctricas, de unión, válvulas compuerta, válvula mariposa, bridas de placa.	10	2	60	1200
Mantenimiento de tanques de sedimentación y motor monofásico	12	2	60	1440
Mantenimiento de Decanter, tablero de control, centrifugado	8	2	80	1280
Mantenimiento Eléctrico, tablero de control, sensor de boya	8	1	100	800
Mantenimiento de Químicos floculante y coagulante	8	1	100	800
Total	46			7320

Elaboración propia: Tabla de los costos de mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO DE SERVICIOS

SERVICIOS		
Internet		125
Energía Eléctrica		120
TOTAL		245
MANTENIMIENTO		
MEDIO	MES/AÑO	COSTOS
Mantenimientos	30 de cada mes	7320
COSTO DE MANTENIMEINTO TOTAL DE ÁREAS ASSERMEDAMB		
DESCRIPCIÓN		COSTO TOTAL
SERVICIOS		245
MANTENIMIENTO		7320
TOTAL		7565

Elaboración propia: Tabla de los costos de servicio

Interpretación:

Podemos observar en la tabla 5 que el costo de los mantenimientos realizados por los profesionales llega a tener una suma total de 7320 soles por mes, así mismo podemos destacar el costo que se genera al usar los servicios para que estos trabajos se lleven a cabo, como la energía eléctrica y el internet siendo el costo mensual de 245 soles y por último tenemos en costo total de mantenimiento por áreas afectadas, entre la suma de los servicios y mantenimientos llegan a tener un costo mensual de 7565 soles.

A continuación, se realizó el costo total de mantenimiento, precisando el costo total actual gastado en la planta.

Tabla 15: Costos totales de mantenimiento afectados mensual y anual en la planta Assermedamb.

COSTO TOTAL MENSUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB

DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL MENSUAL
SERVICIOS	245
MATERIALES	8,100.00
MANTENIMIENTO	7320
TOTAL	15,665.00

Elaboración propia

Tabla 16: COSTO TOTAL ANUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB

COSTO TOTAL ANUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB

DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL ANUAL
SERVICIOS, MTAERIALES, MANTENIMIENTO	15,665.00
TOTAL	187,980.00

Elaboración propia

Tabla 16.A: COSTO TOTAL ANUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB MÁS MES DE OCTUBRE

DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL ANUAL
COSTO TOAL ANUAL + BOMBA CENTRÍFUGA	218,081.14
TOTAL	218,081.14

Elaboración propia:

El costo total de mantenimiento mensual de la planta es 15,665.00soles al mes, y el costo anual es de, 187,980.00 soles, luego se sumó este total con los 30101.14 soles de la bomba centrífuga del mes de octubre, haciendo una suma total general de este año de 218,081.14 soles. Aquí se tuvo la suma total de los servicios usados durante el mantenimiento, los materiales nuevos y reparados y la mano de obra del mantenimiento al mes y al año, todas estas cantidades se sumaron para obtener la suma general actual que se viene generando y gastando con el problema del derrame de líquido o efluente de los tanques de sedimentación.

Tabla 17: Resultados de la encuesta

Se obtuvo resultados, a través de una encuesta que se realizó a 15 operarios de la PTAR, los cuales se detallan los porcentajes totales por cada pregunta.

PREGUNTAS	PUNTUACIÓN DE ALTERNATIVAS				
	TOTALMENTE DESACUERDO	DESACUERDO	NI EN DESACUERDO NI DE ACUERDO	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO
ENTREVISTADOS: 9 OPERARIOS					
1. ¿El derrame de efluente les afecta diariamente?				66,7%	33,3%
2. ¿El derrame de efluente les causa enfermedades ocupacionales?				44,4%	55,6%
3. ¿Considera que los tanques de sedimentación les provoca un riesgo alto al desbordarse?				44,4%	55,6%
4. ¿El desborde de efluente de los tanques de sedimentación causa riesgo eléctrico al llegar al centro de control?				11,1%	88,9%
5. ¿Considera que los procesos están actualmente desactualizados?		11,1%	22,2%	33,3%	33,3%
6. ¿Considera que no se cumplen las normas de seguridad de la empresa?	44,4%	44,4%	11,1%		
7. ¿Considera que la falta de personal provoca un difícil control de tanques de sedimentación?			11,1%	55,6%	33,3%
8. ¿Considera los tanques de sedimentación no cumplen con las medidas exactas en cuanto a volumen de caudal?		22,2%		66,7%	11,1%
9. ¿Considera que el rediseño de un sistema de control ayudará al control exacto de efluente de acuerdo a su nivel de llenado?				66,7%	33,3%
10. ¿Le gustaría que se rediseñe el sistema de control automatizado para el control de los tanques de sedimentación?				11,1%	88,9%
11. ¿considera que los sensores serán aún más fáciles de manipular mediante wifi o bluetooth?				66,7%	33,3%
12. ¿Considera que la automatización de los tanques de sedimentación evitará que se desborde los efluentes?				55,6%	44,4%
13. ¿Considera que la automatización reducirá los tiempos de operación de planta?				44,4%	55,6%
14. ¿Considera que los sensores deberían también implementarse en otras áreas de planta?					100%
15. ¿Considera que la automatización de los tanques de sedimentación mediante sensores de manera automática, logrará reducir tiempos, daños en planta, cortos circuitos, elevar la seguridad y bienestar ocupacional?				44,4%	55,6%

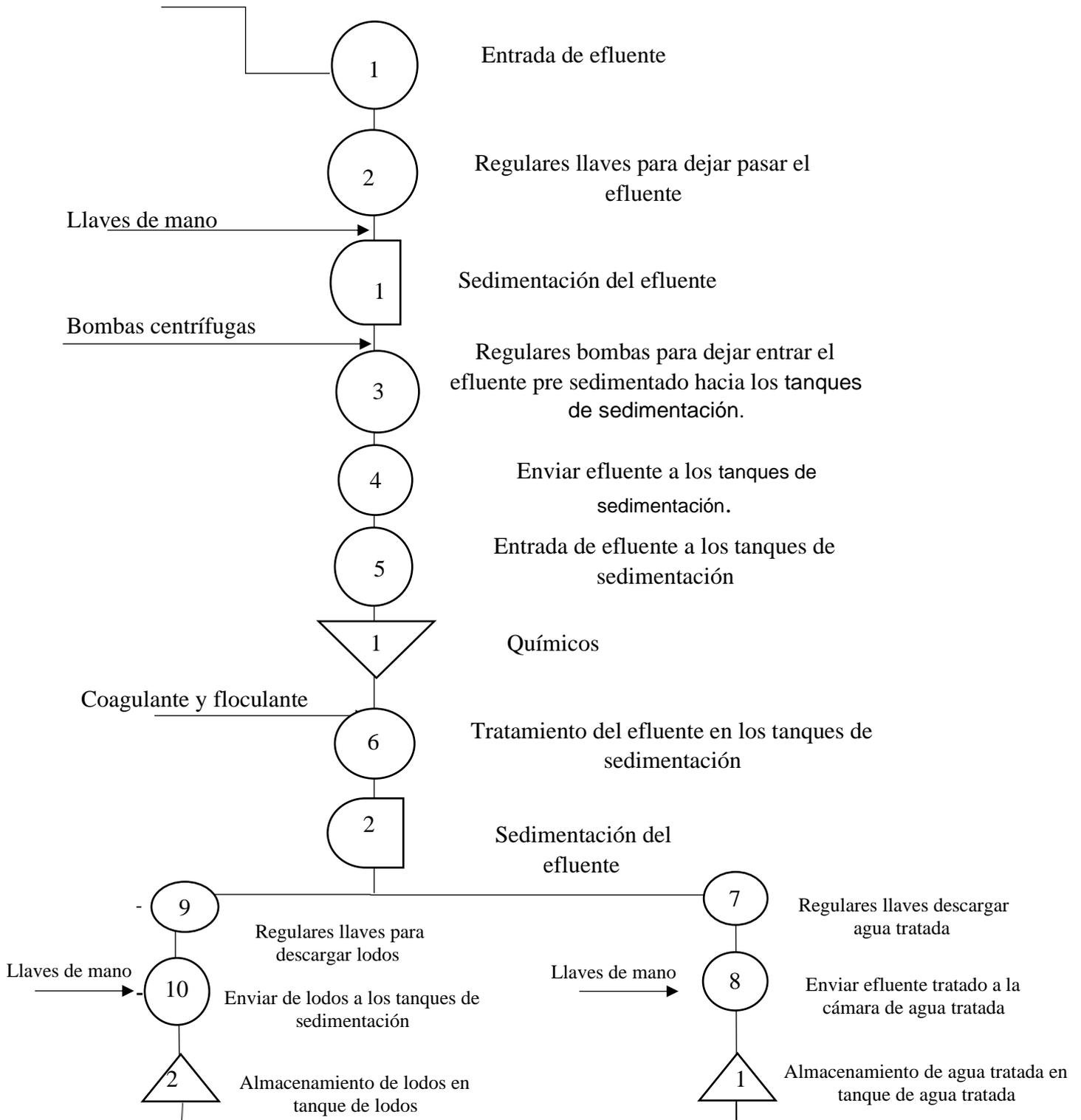
Elaboración propia: tabla de resultados de la encuesta

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Rediseño del sistema de control automatizado

4.2.1 Diseño preliminar

Se tuvo que realizar el flujo de proceso de la PTAR en el programa de Auto Cad para tener un mejor concepto de lo que se quiere lograr y donde se debería instalar.

4.2.2 Diagrama operativo de proceso (DOP) de la PTAR

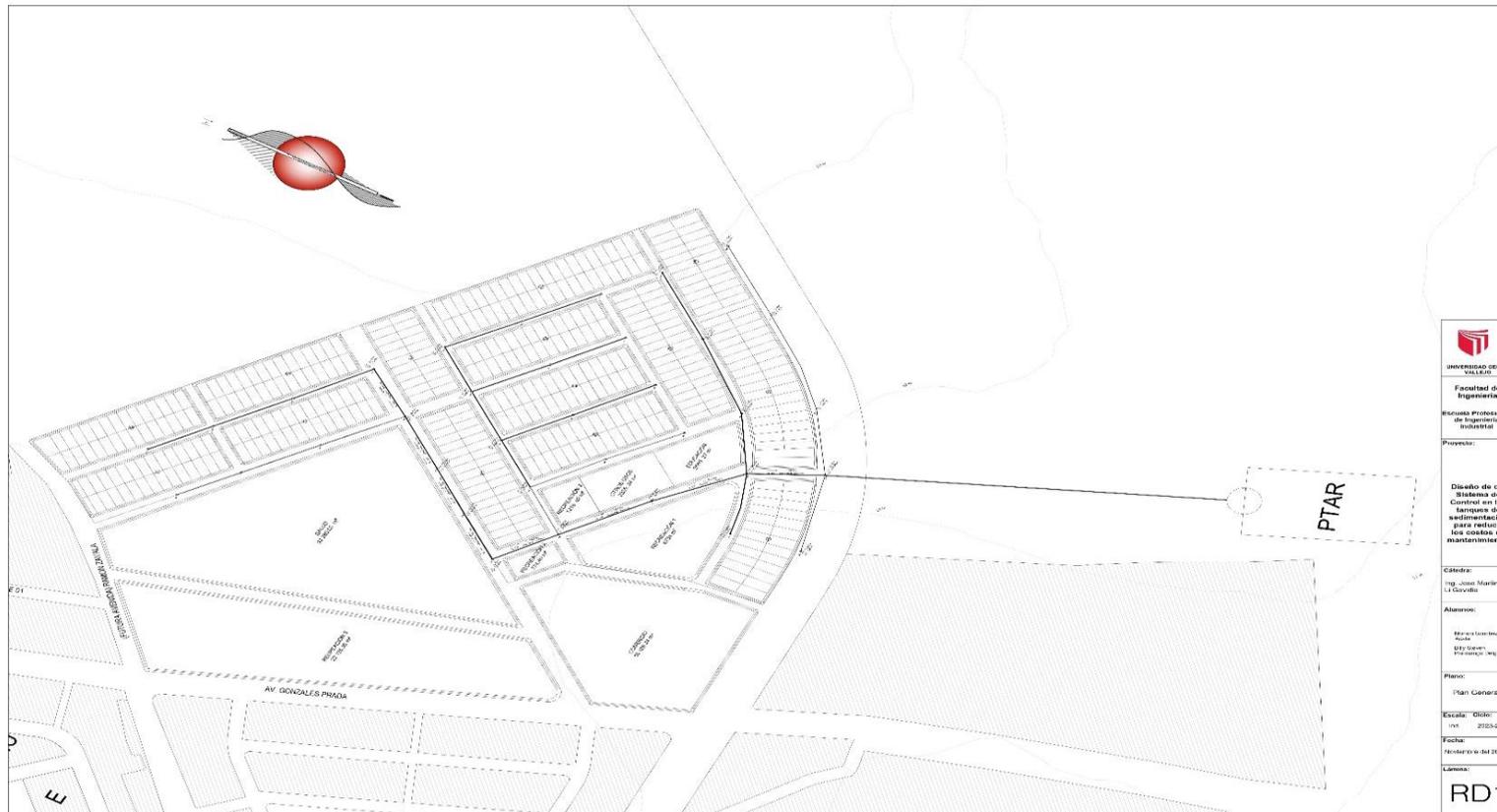


Elaboración propia: Diagrama Operativo de Proceso PTAR

4.2.3 Plano del pueblo en relación a la PTAR

Como segundo paso se realizó el plano de la población el cuál brinda el efluente residual mediante tuberías hasta la PTAR, la distancia que existe es de 1km, al saber esta distancia podremos calcular el tiempo de recorrido del líquido que tarda en llegar al tanque de sedimentación en relación a su volumen.

Figura 3: Plano de la población y la PTAR – Red de Diseño 1



Elaboración propia: Figura de la población y la PTAR

Interpretación:

Aquí se sabe que el caudal que ingresa a la PTAR es:

caudal = 267/min

1 hora:

$267 * 60 \text{ min} = 16,020/\text{h}$ **1 tanque de sedimentación.**

$16020 * 2 = 32,040\text{L}/\text{h}$ **2 tanques de sedimentación.**

24 horas:

$32040 * 24 = 768,960\text{L}/\text{día}$

Tabla 16: Cantidad de líquido entrante a la PTAR

1h	litros al día de 2 tanques de sedimentación.	32040
	horas pérdidas de mantenimiento	?
24 h	litros fijados por 24 h	768960

La cantidad de líquido que ingresa a los tanques de sedimentación en 1h es de 32040 Lt/h, y la cantidad de líquido que ingresa en un día es de 768960 Lt/Día.

Por consiguiente, se realizó el diseño del plano de la estructura de la PTAR real.

4.2.4 Plano de la estructura real de la PTAR

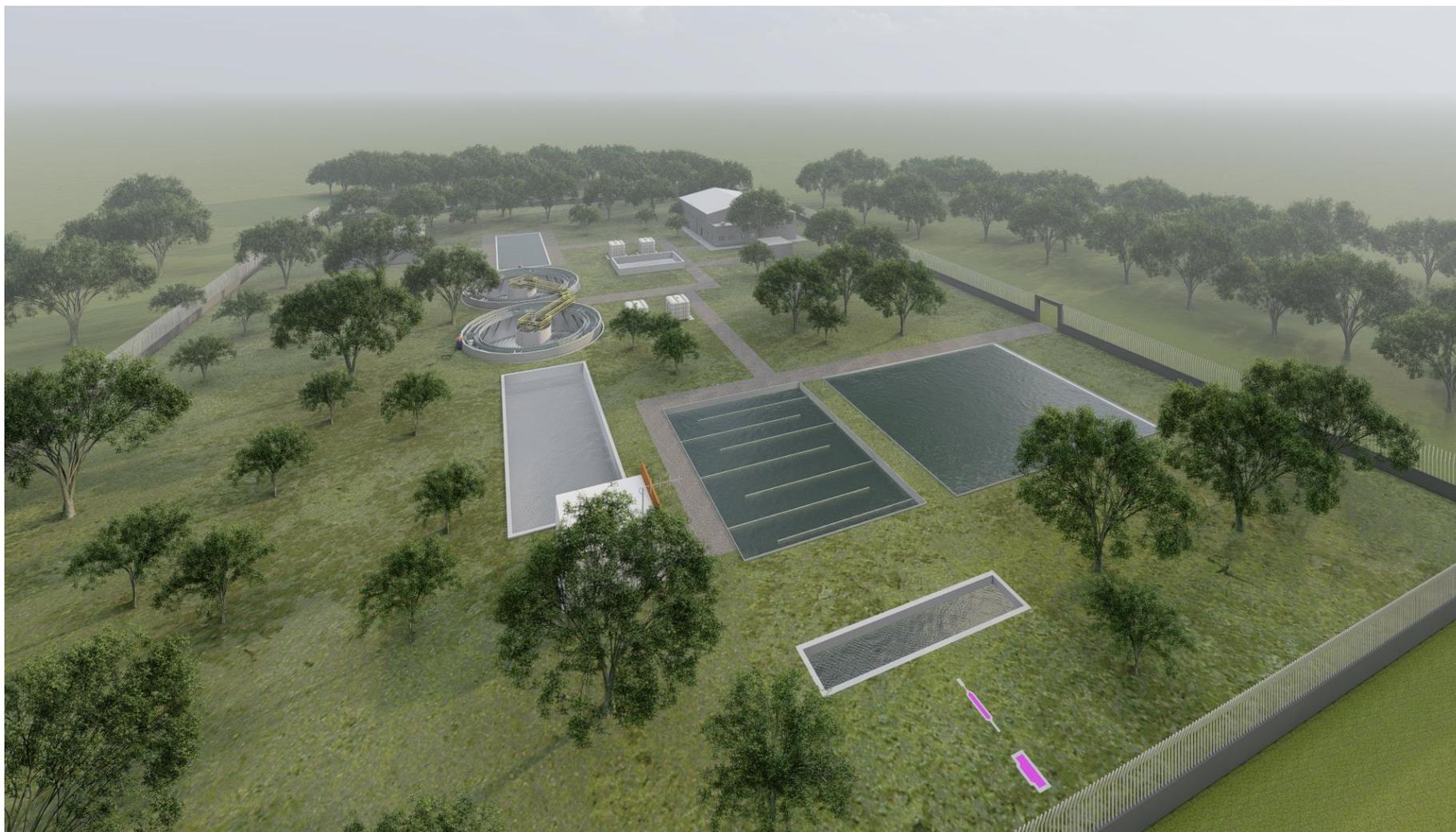
Como tercer paso se realizó el diseño de la planta el cual nos indica las medidas de cada material, área, tuberías, bombas, etc. Todos estos detalles son plasmados en el siguiente plano de las funciones dentro de la PTAR

Figura 5: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2 – 3D renderizado



Elaboración propia: Plano estructural de la PTAR – 3D renderizado

Figura 6: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2 – 3D renderizado



Elaboración propia: Plano estructural de la PTAR – 3D renderizado

Figura 7: Plano estructural real de la PTAR – Red de Diseño 2 – 3D renderizado - Área del operario



Elaboración propia: Plano estructural de la PTAR – 3D renderizado - Área del operario

Interpretación:

La estructura de la PTAR nos brinda una mejor vista de la planta la cual cuenta con sus diferentes áreas y sus procesos que conllevan el tratamiento de aguas residuales, así mismo se detalla las medidas exactas de cada tubería, área, profundidad, sub proceso y posición de observación del operador.

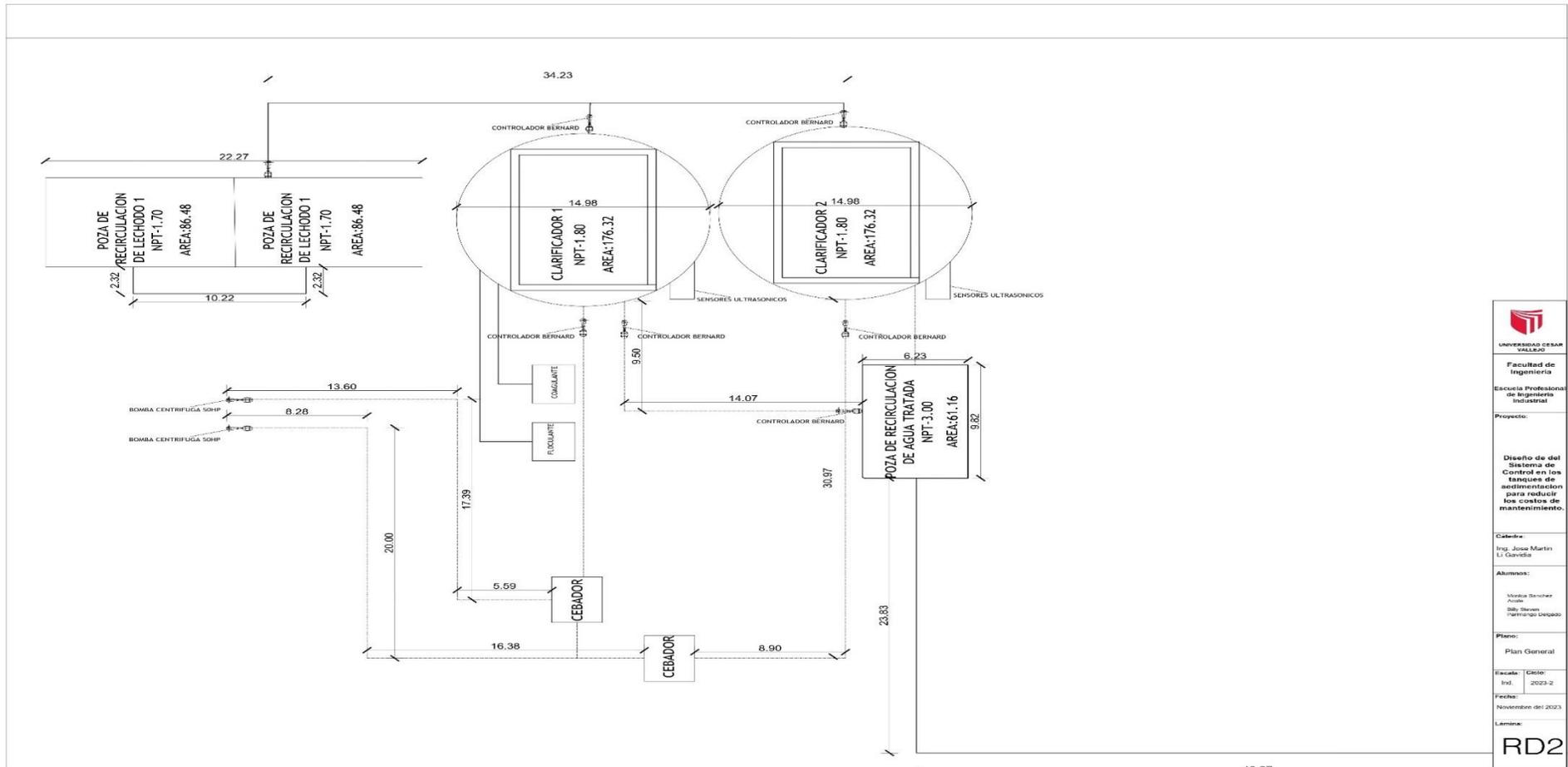
Tabla 18: Medidas exactas dentro del plano de cada área y sus procesos

AREA	PROCESO	ÁREA	PROFUNDIDAD	RADIO
Grandes Eventos	Sedimentación de lodos	366.26	-2.50	
Sedimentación o lagunas con Mamparas	Laguna de recibimiento de líquidos	225.92	-3.00	
Tanque de efluente 1	Tratamiento de líquidos	176.32	-1.80	14.98
Tanque de efluente 2	Tratamiento de líquidos	176.32	-1.80	14.98
Poza de Recirculación 1.1	Tratamiento de lodos restantes	86.48	-1.70	
Poza de Recirculación 1.2	Tratamiento de lodos restantes	86.48	-1.70	
Poza de recirculación 2.1	Mezcla de lodos	86.48	-1.70	
Poza de recirculación 2.2	Mezcla de lodos	86.48	-1.70	
Centrifuga Decanter	Centrífuga	61.16		

Elaboración propia: Tabla de las medidas de áreas dentro del plano

4.2.5 Diseño del sistema de control automatizado – Red de Diseño 3

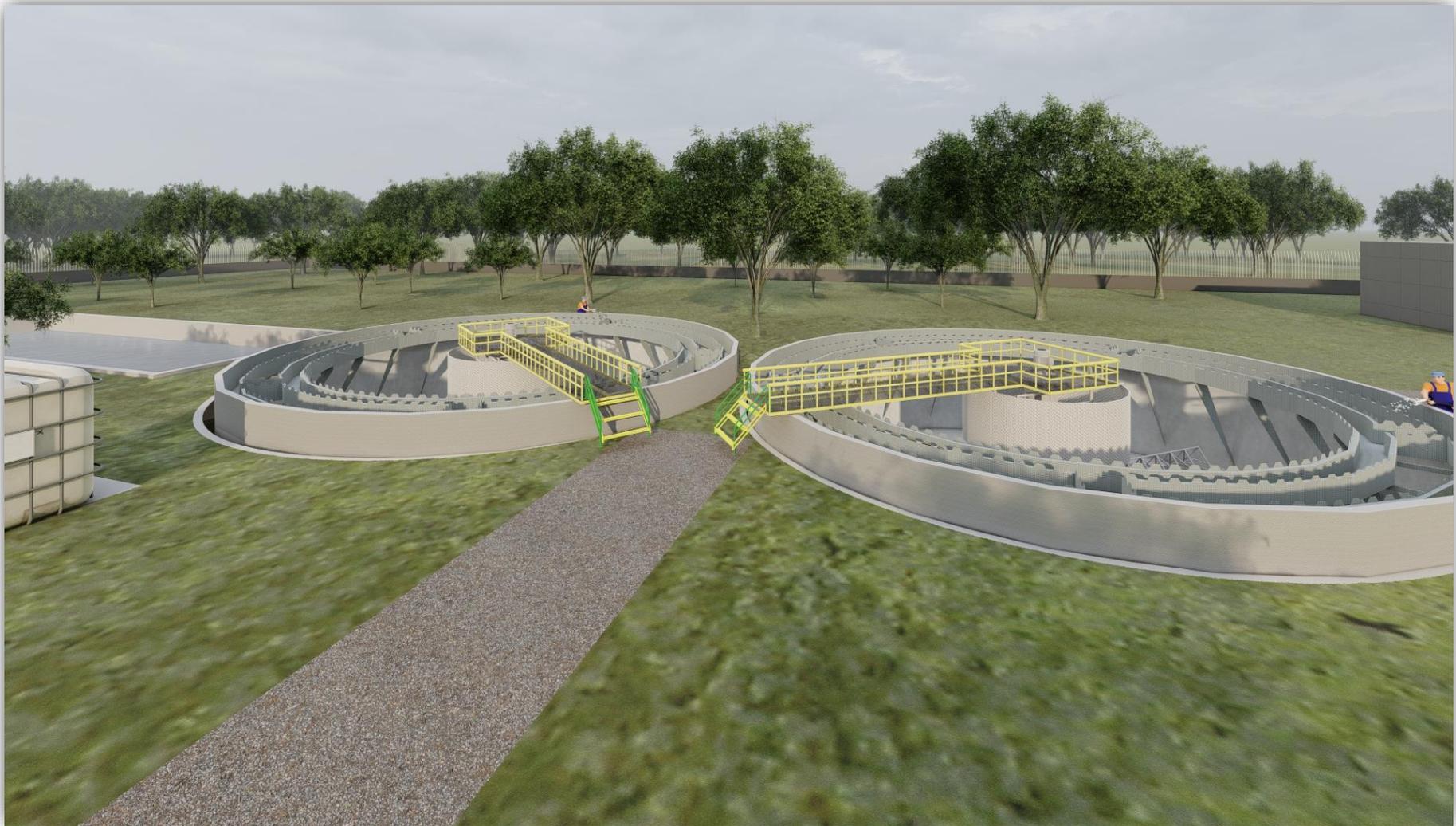
Figura 8: Diseño plano del sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación



	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
Facultad de Ingeniería	
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial	
Proyecto:	
Diseño de del Sistema de Control en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento.	
Código:	
Ing. José Martín L. Cavieles	
Alumnos:	
Vivian Sanchez Daly Stevan Marcelino Lopez	
Plano:	
Plan General	
Escala:	Ciclo:
Ind.	2023-2
Fecha:	
Noviembre del 2023.	
Lamina:	
RD2	

Elaboración propia: Diseño plano del sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación

Figura 9: Diseño plano del sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación – 3D Renderizado



Elaboración propia: Figura del Diseño del sistema de control en los tanques de sedimentación – 3D

Figura 10: Diseño plano del sistema de control automatizado vista alejada – 3D Renderizado



Elaboración propia: Figura del Diseño del sistema de control - 3D vista lejana

Interpretación:

Como cuarto paso se realizó el diseño del sistema de control automatizado en el programa de Auto Cad, de esta manera se tendrá las medidas exactas y el lugar correcto en el diseño que se elaboró, pero ahora del área afectada severamente por el derrame de efluentes de los dos tanques de sedimentación, de esta manera se creó el diagrama de proceso paso a paso. En este programa pudimos diseñar el funcionamiento y las posiciones de los sensores, los motores y las conexiones de como deberían seguir el proceso para ser controlados, así mismo se diseñó los tanques de sedimentación para tener un mejor bosquejo del nivel de agua que se requiere controlar.

Se detalla gráficamente la solución a nuestro problema dentro de los tanques de sedimentación, como inicio se tiene la entrada del efluente el cuál será medido por un sensor de caudal para que la cantidad de caudal que ingresa a los tanques de sedimentación en litros por minutos la fórmula que se emplea es la siguiente:

Fórmula volumétrica $Q = \frac{V}{T}$

Fórmula velocidad/ caudal $T = V/Q$

$Q = 267 \text{ Lt/min} = \text{hora} = 16020 \text{ Lt/h} = \text{Día} = 384.480 \text{ Lt/Día}$

$V = 400 \text{ m}^3 = \text{Lt} = 400,000 \text{ Lt/día}$

$T = \text{¿}$

Con estas dos fórmulas podremos saber que cantidad de efluente y a qué velocidad de acuerdo al nivel del tanque, como también sabemos el tanque de sedimentación tiene una medida o diámetro general de 400 m³ con una profundidad de 1.80 m con su fórmula siguiente:

Volumen del tanque de sedimentación: $V_c = \text{Área del tanque } m^2 \times \text{altura } m$

Área total del tanque de sedimentación: $A = \frac{\pi D^2}{4}$

Con estas fórmulas sabremos el nivel del tanque para controlar el nivel del agua esté ingresando mediante os sensores propuestos, el sensor con más puntaje en nuestra tabla de alternativas fue el sensor ultrasónico Echo Trek ST/SB 400 este sensor está diseñado para medir una superficie en la cual no se puede hacer contacto físico, la tecnología de medición se basa en los pulsos u ondas entre los

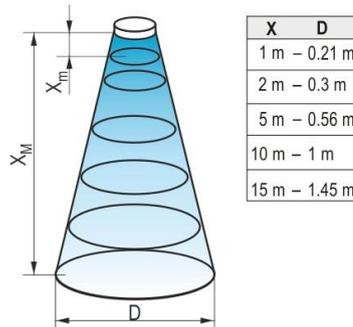
viajes de ida y vuelta desde el sensor hasta la distancia que se requiera medir, mediante la fórmula:

$$D = C \times T / 2$$

D= Distancia

C= Velocidad del sonido

T= Tiempo



Calculo:

Distancia medida:

$$D = \frac{C \times T}{2}$$

tiempo medido:

$$t = 2 \frac{d}{v}$$

Con estas formula sabremos en cuanto tiempo se llenará el tanque de agua o efluente, es entonces donde se solucionará el problema de derrame de agua tratada, evitando pérdidas humanas, pérdidas materiales, costos elevados, perdida de equipos, etc.

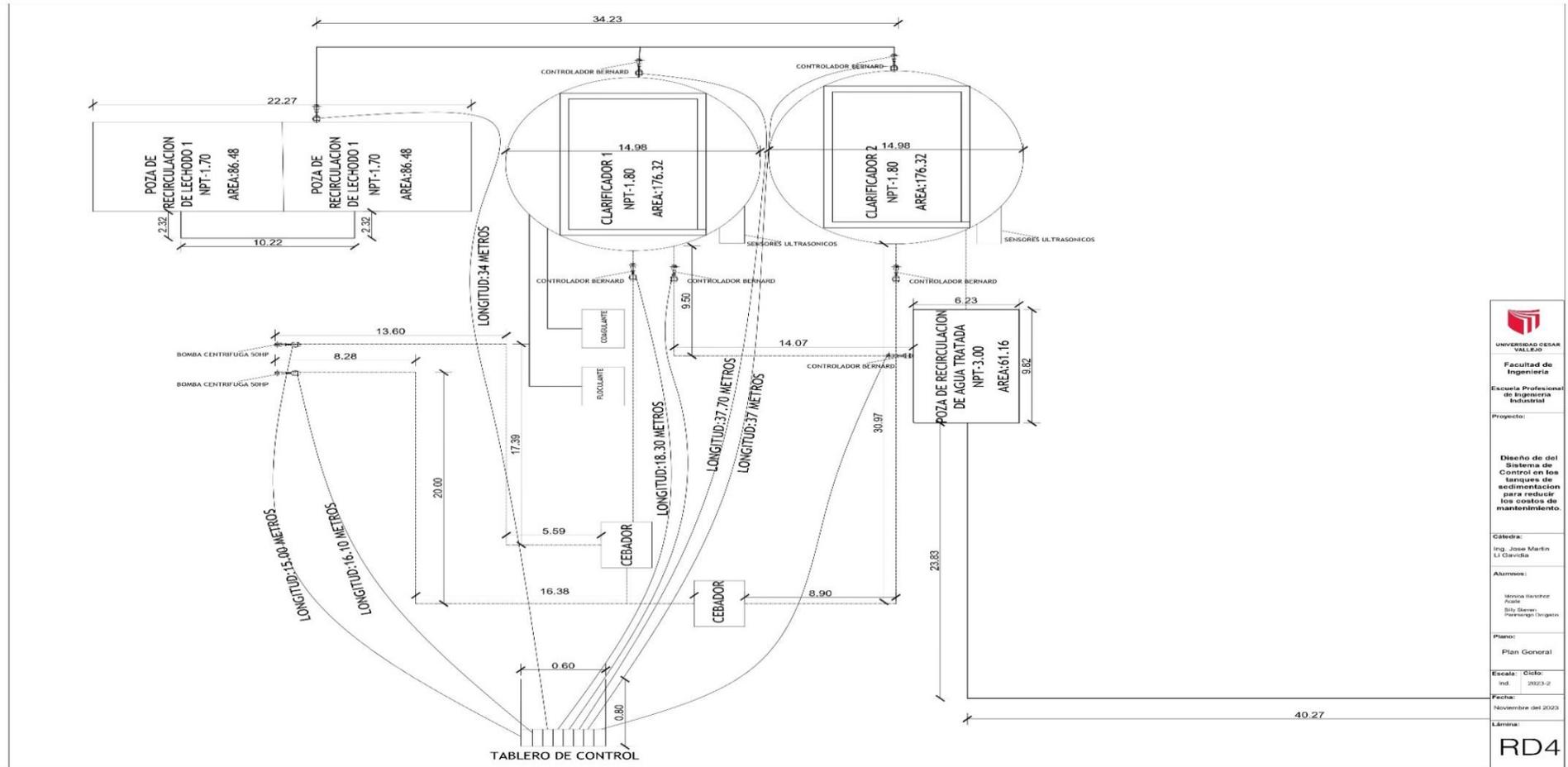
La información que emite este sensor será dirigida hacia el PLC para su correcto control, el PLC que utilizaremos es un PLC Logic S7 1200 como la imagen siguiente.



Fuente: <https://www.realpars.com/blog-post/s7-1200-plc-introduction>

4.2.6 Diseño del tablero de control eléctrico – Red de Diseño 4

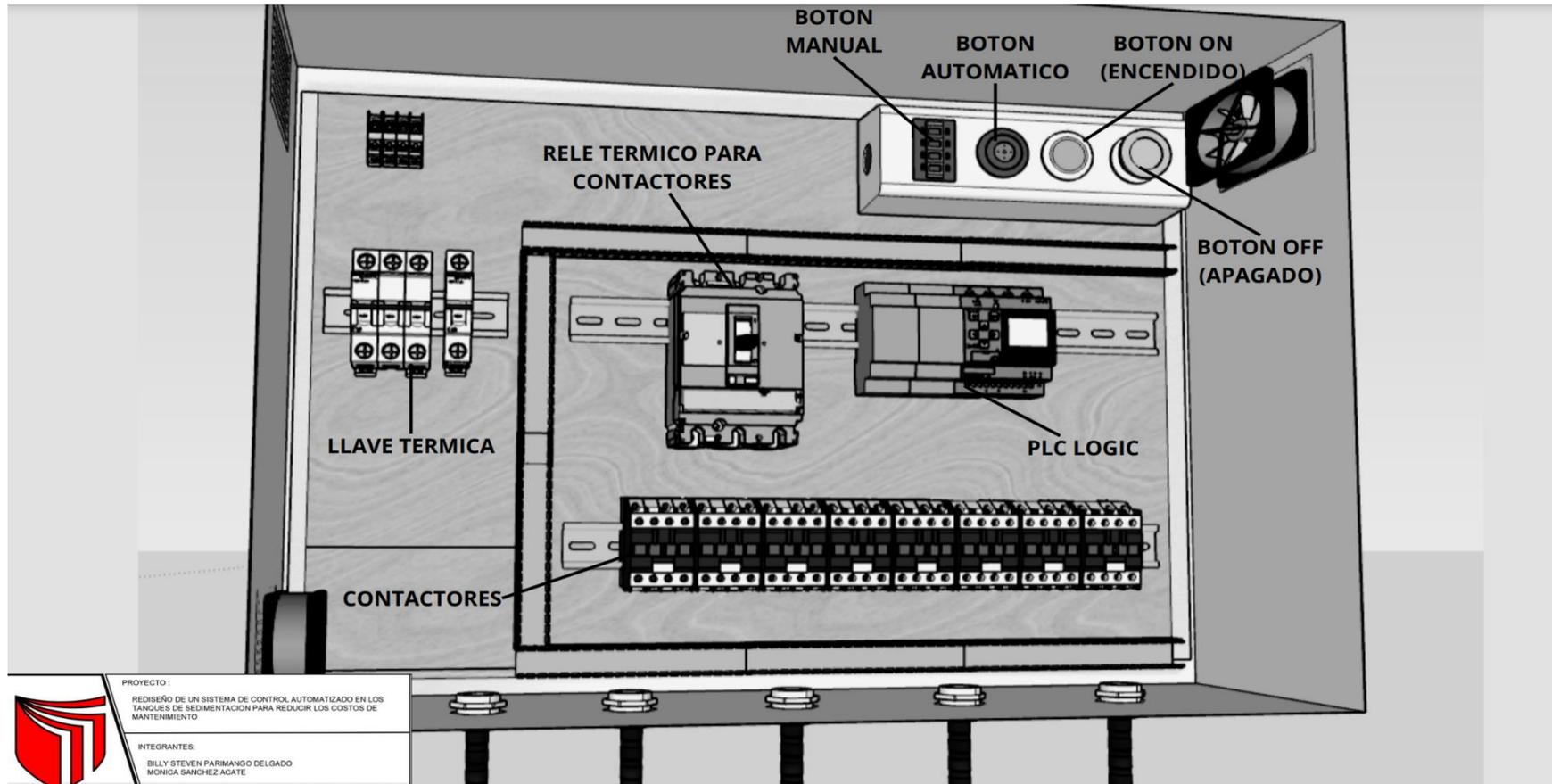
Figura 11: Diseño del tablero de control eléctrico



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
Facultad de Ingeniería	
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial	
Proyecto:	
Diseño de del Sistema de Control en los Banquetes de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento.	
Catedra:	
Ing. Jose Martin La Cruz	
Alumnos:	
Marina Macintosh Acosta Bibi Geroni Patringson Dargazin	
Plano:	
Plan General	
Escala: Ciclo:	
Ind: 2023-2	
Fecha:	
Noviembre del 2023	
Lámina:	
RD4	

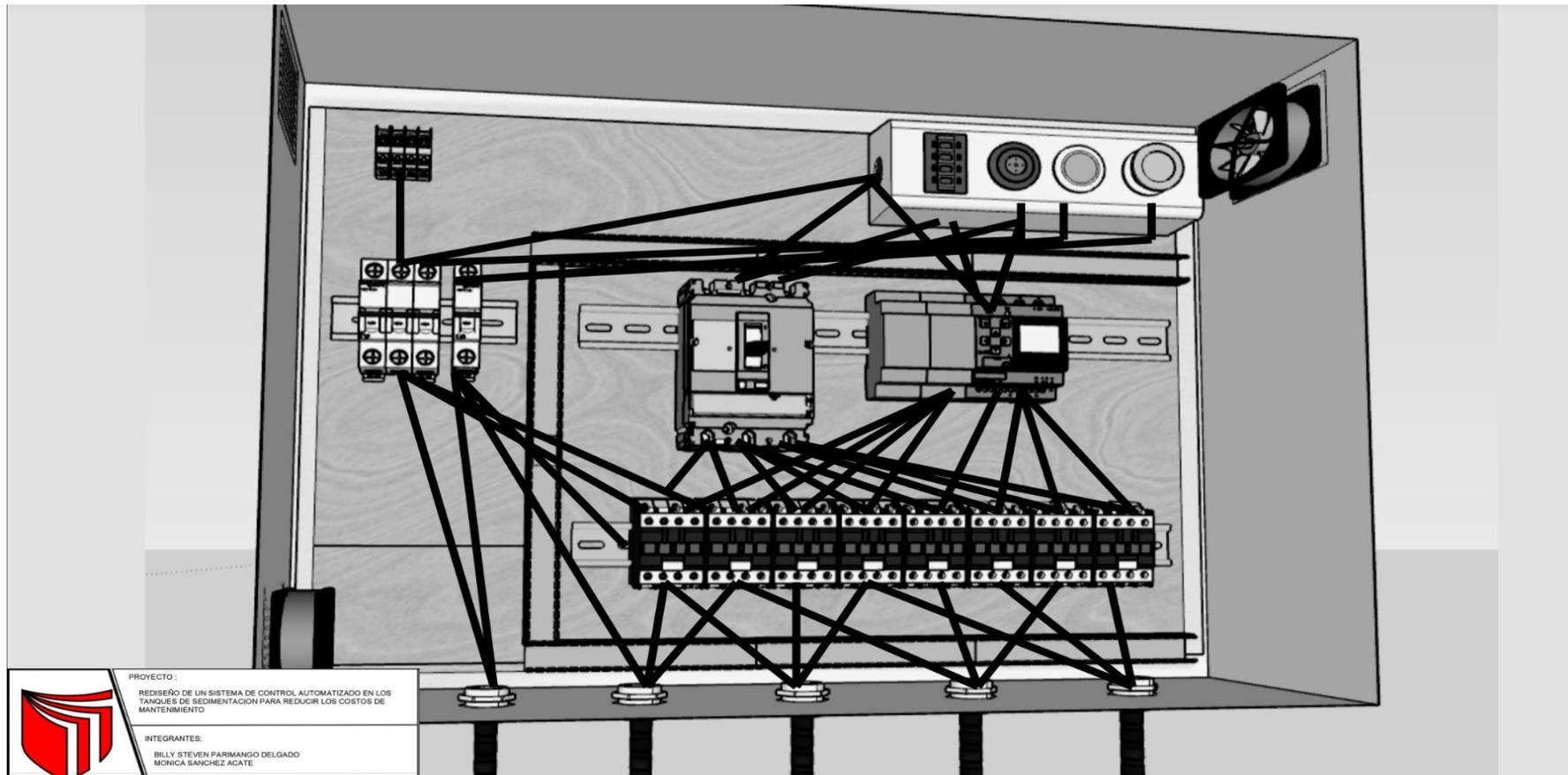
Elaboración propia: Diseño del tablero de control eléctrico

Figura 12. Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño



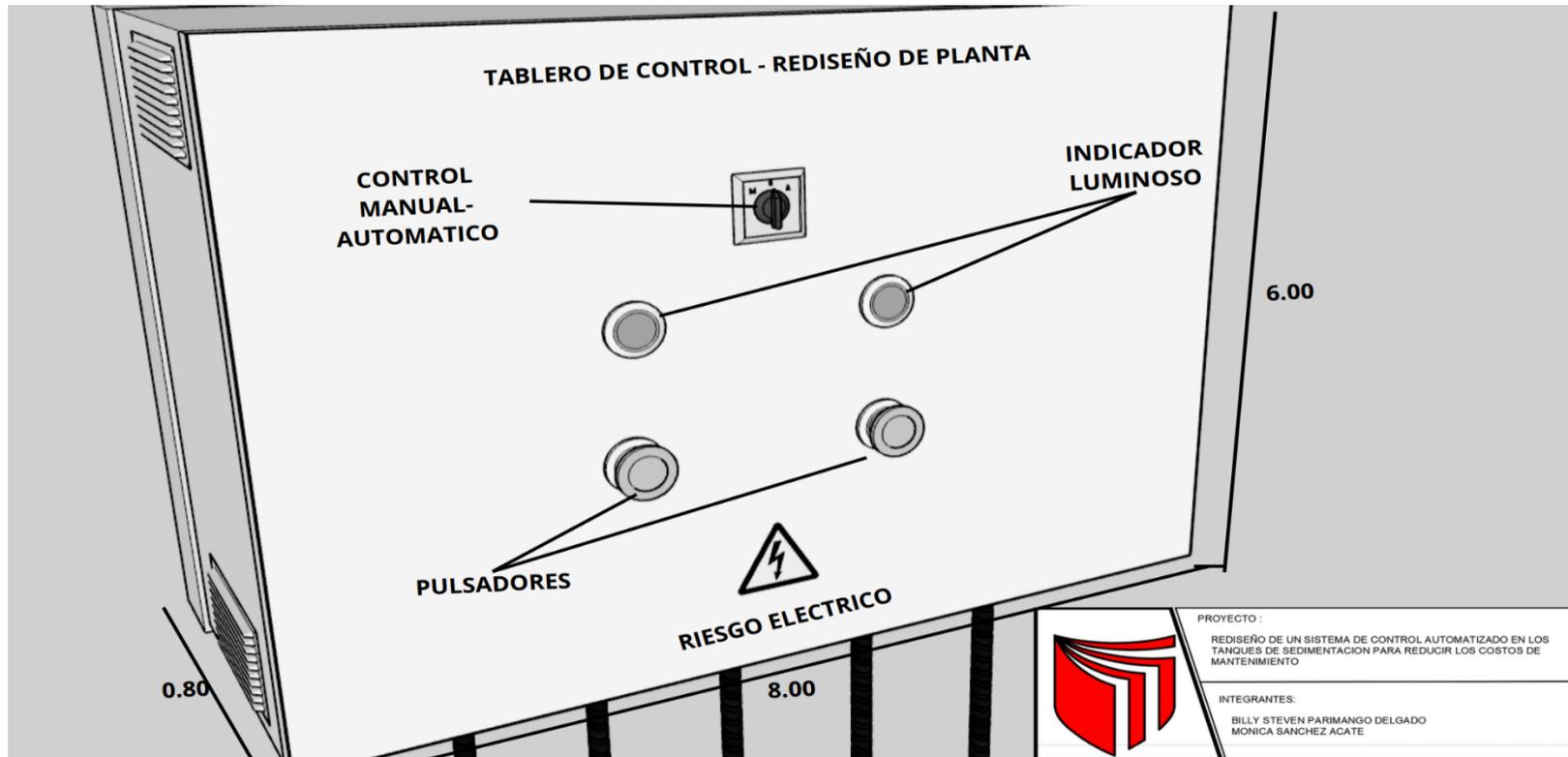
Elaboración propia: Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño

Figura 13. Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño parte interna



Elaboración propia: Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño parte interna.

figura 14. Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño parte externa



Elaboración propia: Diseño del tablero del sistema de control eléctrico del Rediseño parte externa.

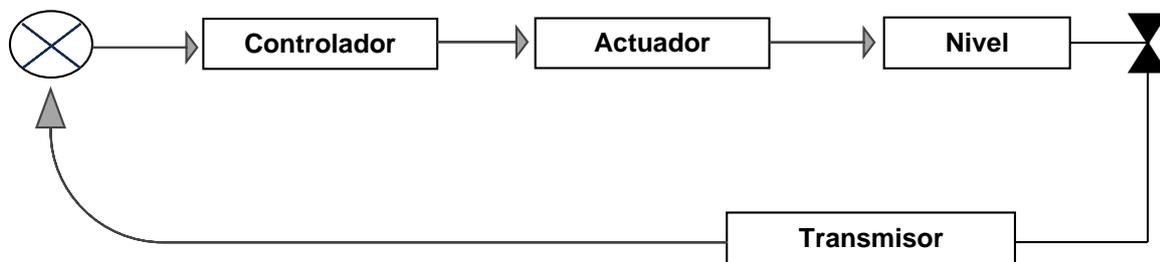
Figura 15: Rediseño del cuarto donde se debe ubicar el centro de control



Elaboración propia: Cuarto donde se debe ubicar el centro de control

Este Tablero de control eléctrico que será necesario para la instalación de las herramientas en el control del sistema de control automatizado, tendrá como principal controlador al PLC Logo S7 1200, siendo este muy importante para nuestro diseño y para la PTAR porque tiene la capacidad de recibir la información de los sensores ultrasónicos para posteriormente subirlos automáticamente a la nube y ser actualizados diariamente y así cuando el gerente de la empresa o encargado del registro de los datos desee obtener dicha información, podrá descargarlo desde la nube donde ha sido guardada. Continuando con el recorrido del diseño, se estableció que se instalara los controladores Bernard, estos controladores son muy importantes porque controlarán las salidas del efluente ya tratado de los tanques de sedimentación, tienen la capacidad de controlar el líquido de manera automática o manual la cuál brinda una mejor seguridad si llegase a ocurrir alguna emergencia en el sistema automatizado, se deberá equipar con 2 controladores Bernard para cada tanque de sedimentación.

Figura 16: Lazo de control PLC actuador, sensor y controladores Bernard



- ✓ Variable controlada: Nivel
- ✓ Variable manipulada: % de apertura de la válvula motorizada.

Elaboración propia: lazo de control para el centro de control automatizado.

4.2.7 Instrumentos principales que se utilizarían:

4.2.7.1 instrumentos:

1. **llave mariposa:** está llave sirve para regular el caudal que ingresa a los tanques de sedimentación, teniendo un bajo coto y siendo resistente a las temperaturas.
2. **PLC S7 1200:** utiliza sus herramientas de control y supervisión para controlar maquinaria o sistemas de control asignados mediante su programación.
3. **Controlador Bernard:** controla la salida de efluente automático o manual.
4. **Válvulas de purga ON/OFF:** encargados de controlar la salida de solidos que serán descargados a un tanque de lodos.
5. **Relé térmico:** protegen al motor de alguna sobrecarga de energía, pueden trabajar con corriente continua o alterna.
6. **Bombas centrífugas:** impulsan el líquido que ingresa por el aumento de presión mediante el impulsador.
7. **Contactores:** son dispositivos manejables de distancia usados para abrir y cerrar circuitos de motores mediante un PLC.
8. **Motor monofásico:** este motor su función es convertir la energía eléctrica que recibe para luego convertirla a mecánica.
9. **Sensor ultrasónico:** mide la distancia del sensor hacia una materia mediante sus ondas ultrasónicas.
10. **Llave térmica:** protege los cables por un posible recalentamiento, el cuál servirá para proteger los motores y bombas.
11. **Cables Galvanizados:** encargados de proteger y transportar datos y corriente eléctrica.
12. **Cinta Aislante Negra:** protege cualquier daño de cables o encintado de cables expuestos.
13. **Tablero de Control:** necesario para colocar dispositivos dentro o instalar complementos para ser protegidos por este mismo.

Tabla 19: Costo total de los instrumentos y mano de obra que se utilizaron para el Sistema de Control.

Costo Total de Equipos, Instrumentos, Mano de Obra para el Rediseño del Sistema de Control Automatizado									
CANTIDAD	MATERIALES	MODELO Y SERIE	UNIDAD	TOTAL	MANO DE OBRA	COSTO MANO DE OBRA	COSTOS PARA RSCA		
2	Sensores ultrasónicos	Echo Trek ST/SB 400	3000	6000	INSTRUMENTISTA	500	COSTO TOTAL MANO DE OBRA		
1	PLC Logic	6ESS7 1200	1600	1600					
4	Actuadores Bernard	por mayor - Automático y Manual	4000	16000	ELÉCTRICO	1100			
1	Tablero de control eléctrico	tablero p/adosar metálico 800*600	950	950					
8	Contactores	Tripolar Nc1 – D32-10 de 32 amp.	380	3040					
1	Relé térmico para contactor	5.5 – 8A Para Contac. LC1-D09	251	251					
2	Motor	Monofásico 0.5 hp Kaili KI1121	450	900					
25	Tuberías eléctricas	SAP GRIS 3^11 X3m	4	100					
5	Tuberías Galvanizado	1^11 EMT Conduit	85	425					
8	Cinta aislante negra	TC5101 48mmx45m	3	24					
15	Cable galvanizado	150 m	38	570					
6	Botones on/off	Verde/ rojo	10	60					
1	Llave térmica	2x32 A 220v – 10KA	50	50	MECÁNICO	200	COSTO TOTAL DE INSTRUMENTOS/EQUIPOS		
1	Llave mariposa	Eje centrado	211	211					
TOTAL				30181	TOTAL	1800		TOTAL	31981

Elaboración propia: Tabla de costos total de los instrumentos y mano de obra del sistema de control automatizado.

Interpretación:

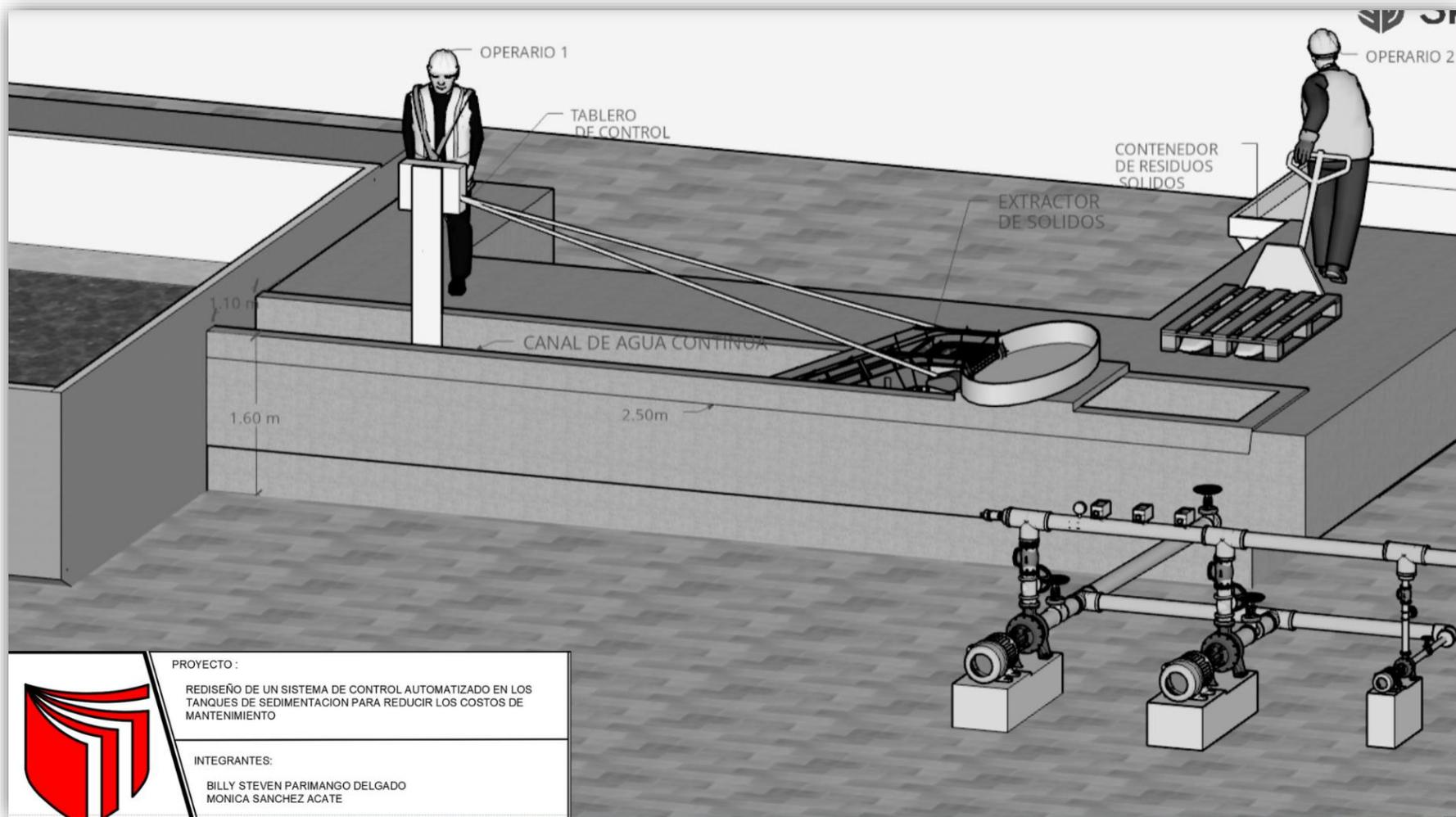
El costo de la compra de los equipos o instrumentos para la instalación del sistema de control se tuvo los datos en los requerimientos consignados de acuerdo al diseño que se necesitó colocar, para este diseño se requiere una inversión de 30181 soles, todos los equipos son importante para su buen funcionamiento, cada pieza e instrumento detallado han sido medidos según la energía eléctrica que llega a tener la empresa, siendo de 220v – 440v.

Por otra parte, la mano de obra que se requerirá para su instalación y su buen funcionamiento llegó a tener un costo de 1800 soles, estos costos fueron consultados a los técnicos de cada especialidad, tanto en instrumentación, eléctrico y mecánico.

Por ello se realizó el costo total del Rediseño del sistema de control automatizado, tanto en equipos / instrumentos y mano de obra, dándonos como resultado total final de 31981 soles.

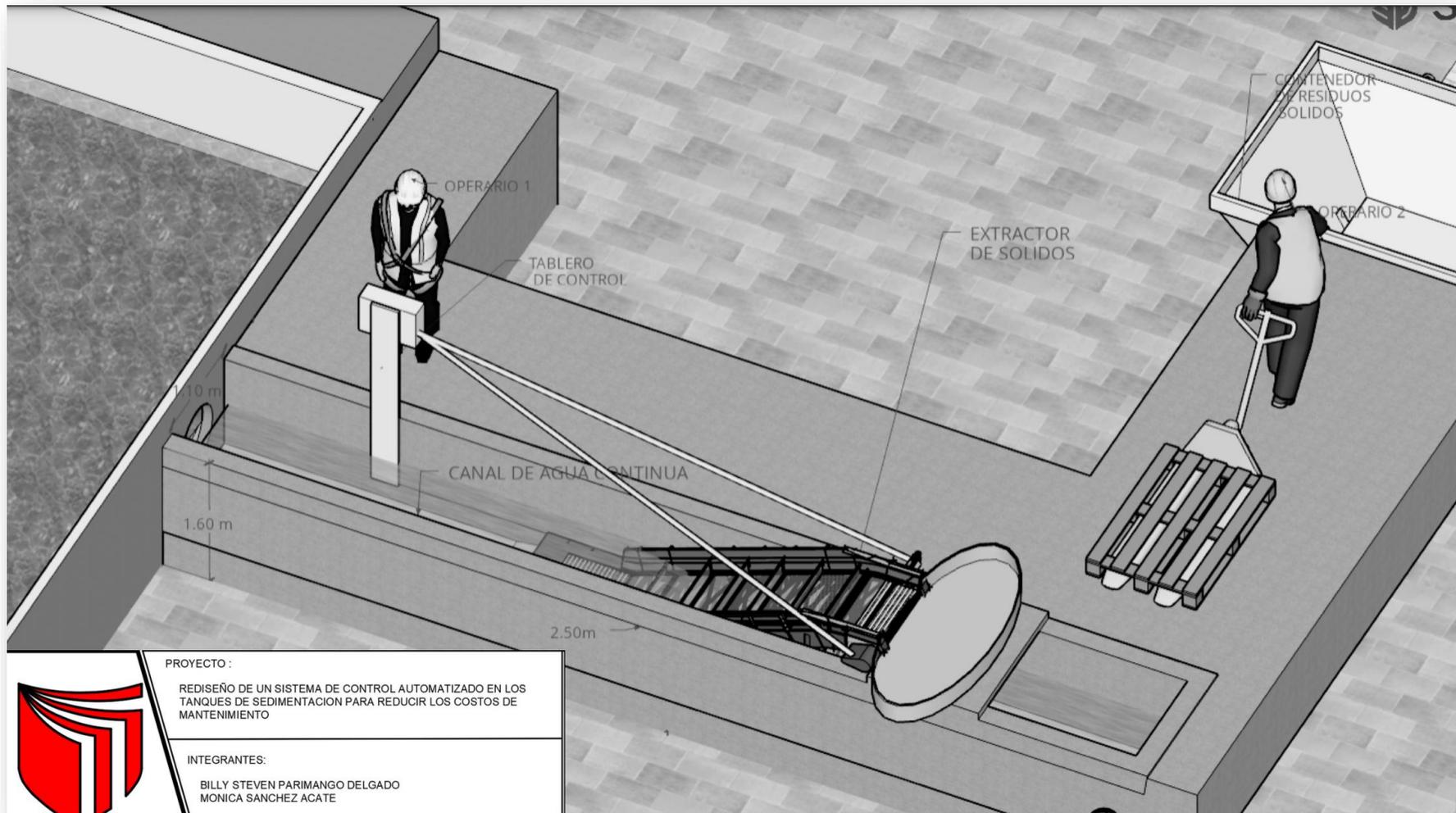
A continuación, se realizó el rediseño de la estructura para un extractor de solidos el cuál es muy importante en el paso del agua en perfecto estado, de esa manera evitar que las bombas centrífugas lleguen a fundirse o tener que adquirir nuevas las cuales son las más caras de la planta.

Figura 17. Rediseño de la estructura para el extractor de solido



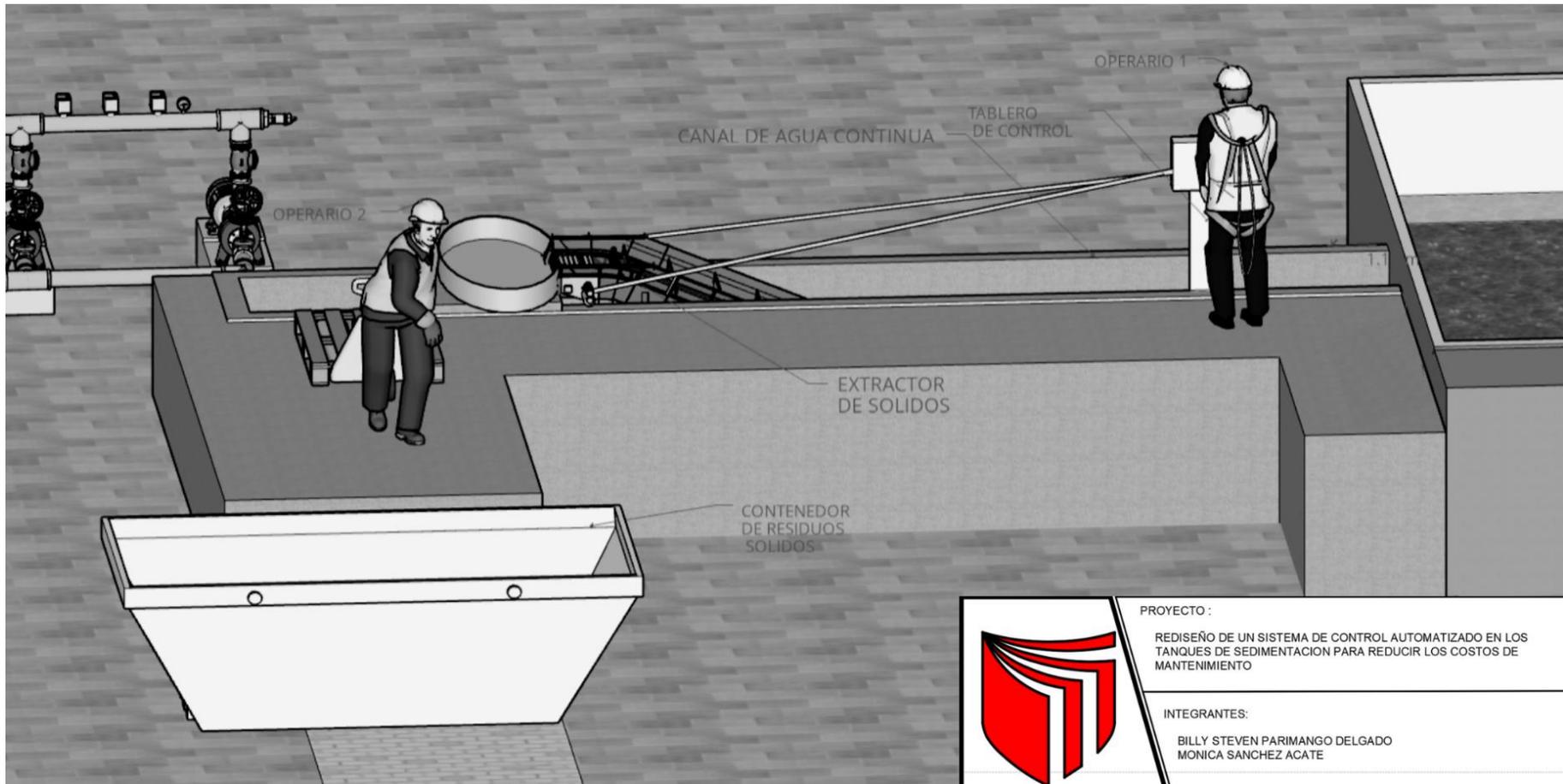
Elaboración propia: Rediseño de la estructura para el extractor de sólido.

Figura 18. Rediseño de la estructura para el extractor de solidos vista 90°



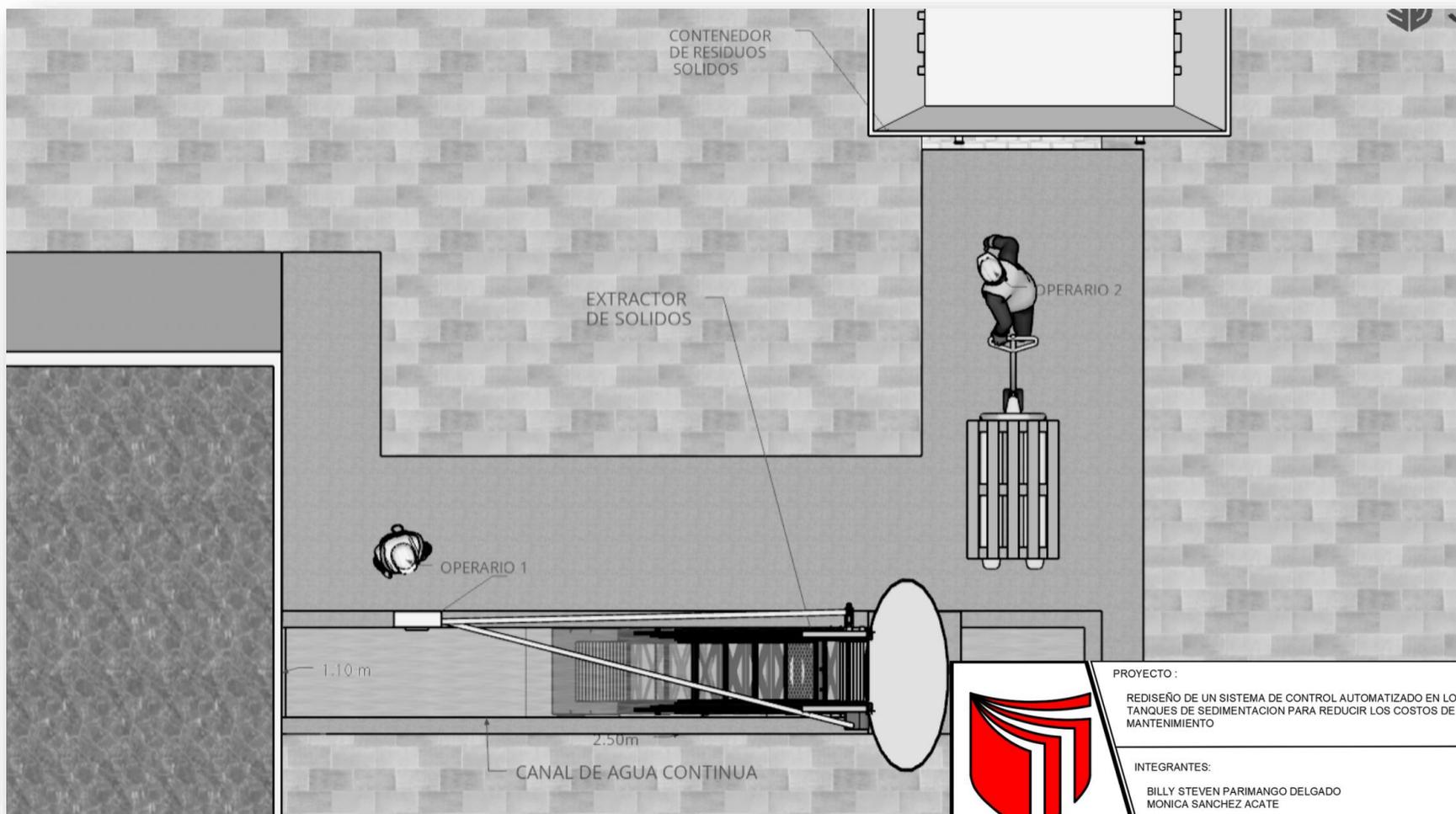
Elaboración propia: Rediseño de la estructura para el extractor de solidos vista 90°

Figura 19. Rediseño de la estructura para el extractor de solidos (vista 180)



Elaboración propia: Rediseño de la estructura para el extractor de solidos (vista 180)

Figura 20. Rediseño de la estructura para el extractor de sólidos.



Elaboración propia: Rediseño de la estructura para el extractor de sólidos.

Interpretación:

Mediante los planos mostrados anteriormente podemos observar el rediseño de la estructura para el extractor de sólidos, esta estructura cuenta con unas medidas adecuadas al espacio entre áreas dentro de la planta, se tomó como medidas precisas las siguientes: de largo 3m, de ancho 1,10 m y de profundidad 1,60 m. Como también estas medidas están escaladas de acuerdo a la distancia entre tuberías y estructuras.

Esta estructura tendrá un agujero por donde pasará el agua así tal cual llega a la planta, el cual podrá ser observado por el operario notando si está entrando plásticos, o sólido que no es apto para tratamiento, el retiro de estos sólidos se encargará el extractor descrito posteriormente.

A continuación, se realizó una tabla en la cual se verificará los costos para el rediseño de la estructura.

Tabla 20. Costo de los instrumentos y operarios que se utilizaron en la estructura para el extractor de sólidos.

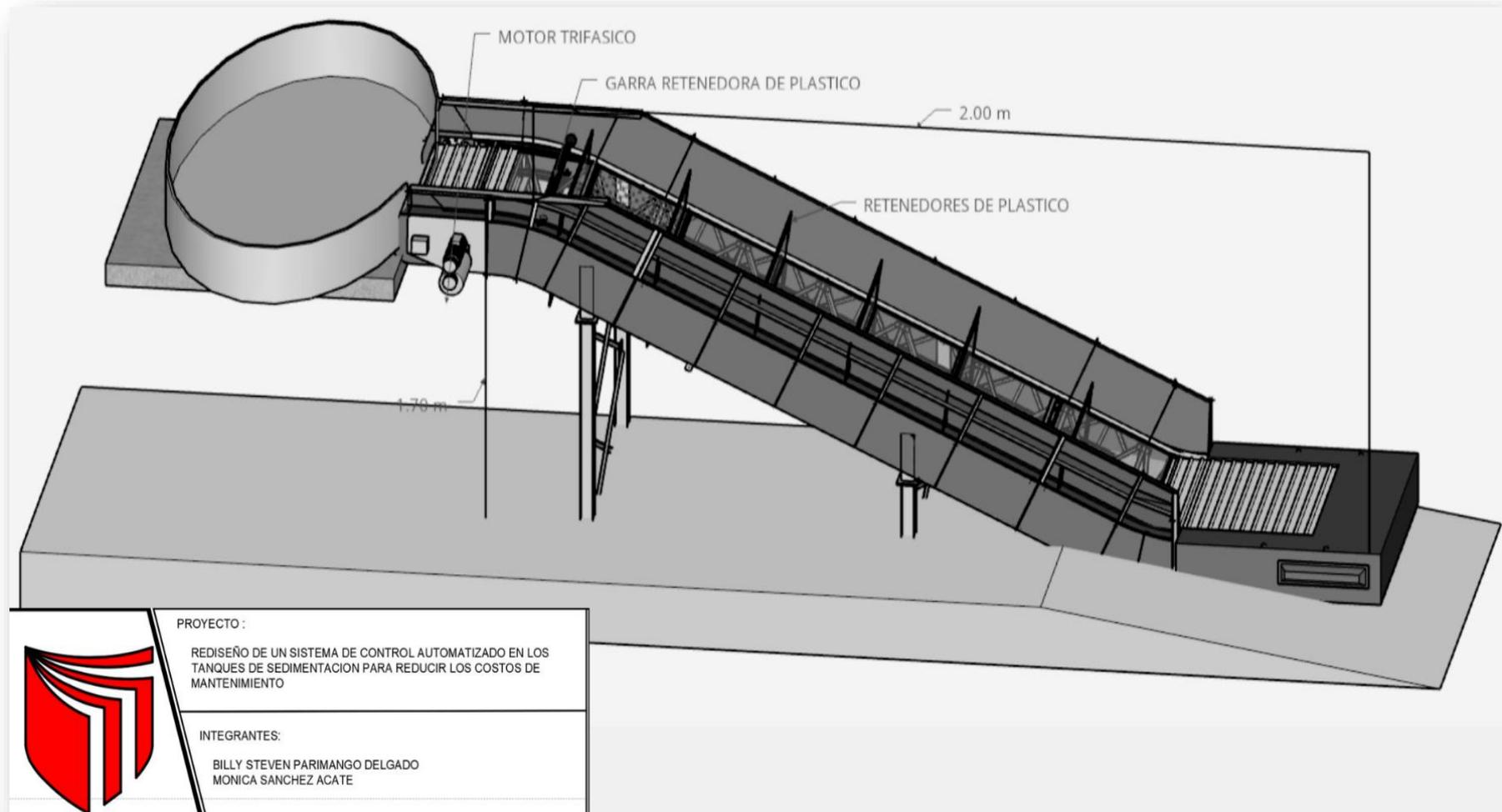
Costo de los Instrumentos para la estructura del extractor						
CANTIDAD	MATERIALES	MODELO Y SERIE	COSTOS	MANTENIMIENTO	COSTO	DÍAS
2	cemento	Cemento Sol Bolsa 42.5 Kg	60	MAESTRO	500	1
8	Fierro de construcción	Fierro Corrugado 1/2 Aceros Arequipa	28			
150	Ladrillos	Ladrillo Pastelero King Kong	750			
		total	1338			

Elaboración propia: Costo de los Instrumentos para la estructura del extractor.

Interpretación:

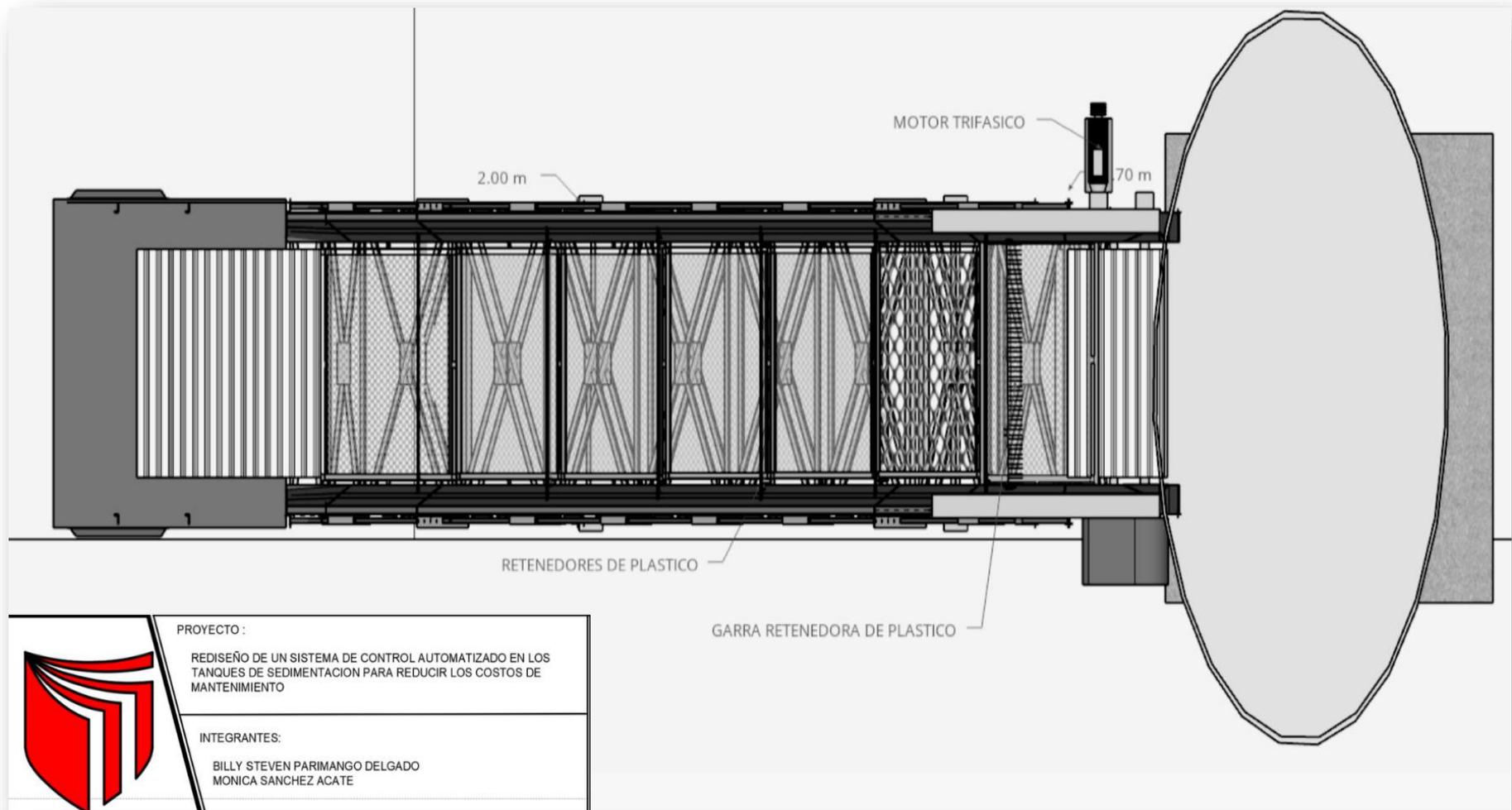
Mediante esta tabla se puede observar que los costos de los materiales para el rediseño de la estructura en el que irá el extractor de sólidos, tienen un costo total de 1338 soles, este monto incluye el pago de los materiales, como también el pago del maestro que realizará la construcción de la estructura.

Figura 21. Extractor de solidos



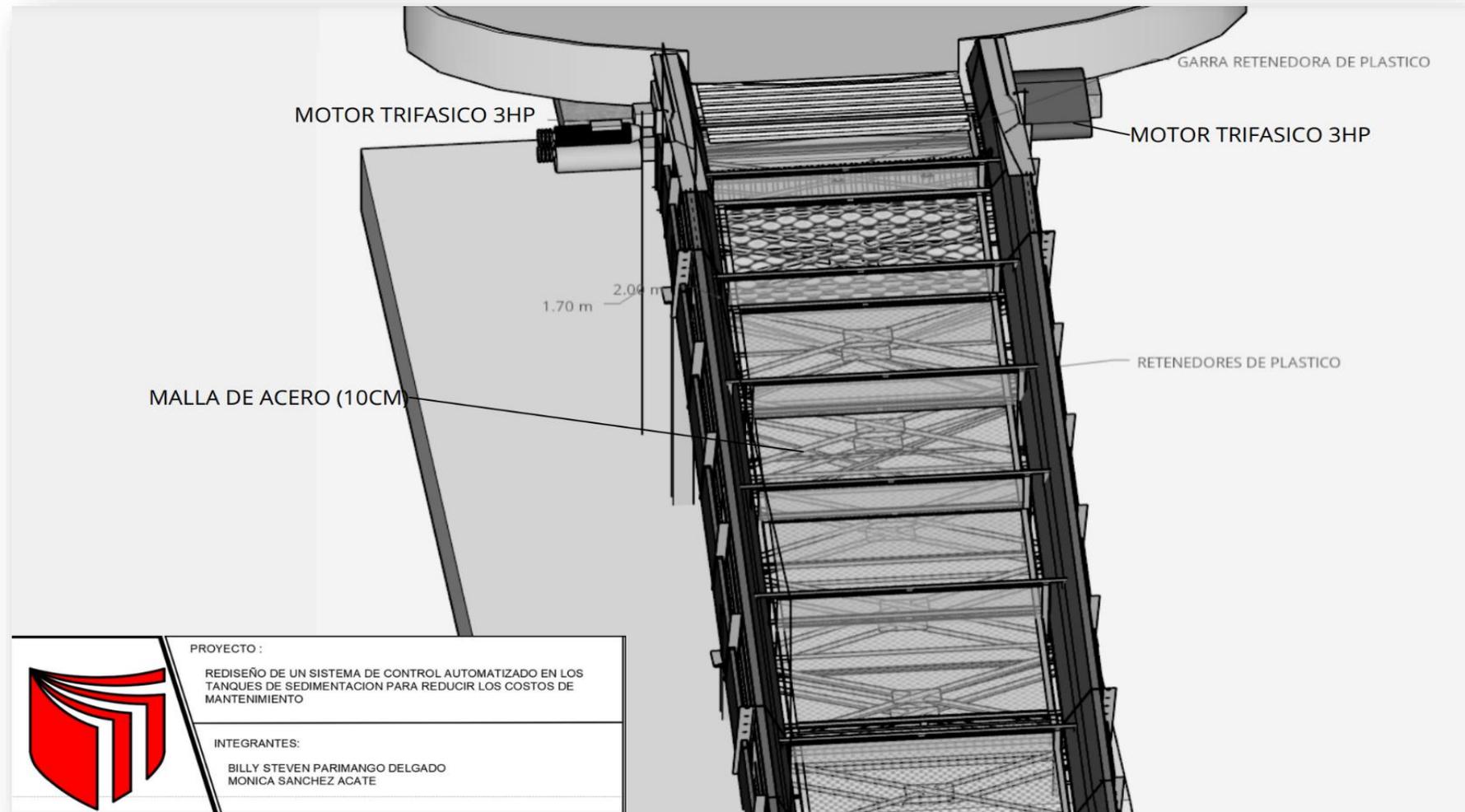
Elaboración propia: Extractor de sólidos.

Figura 22. Extractor de solidos vista 180°



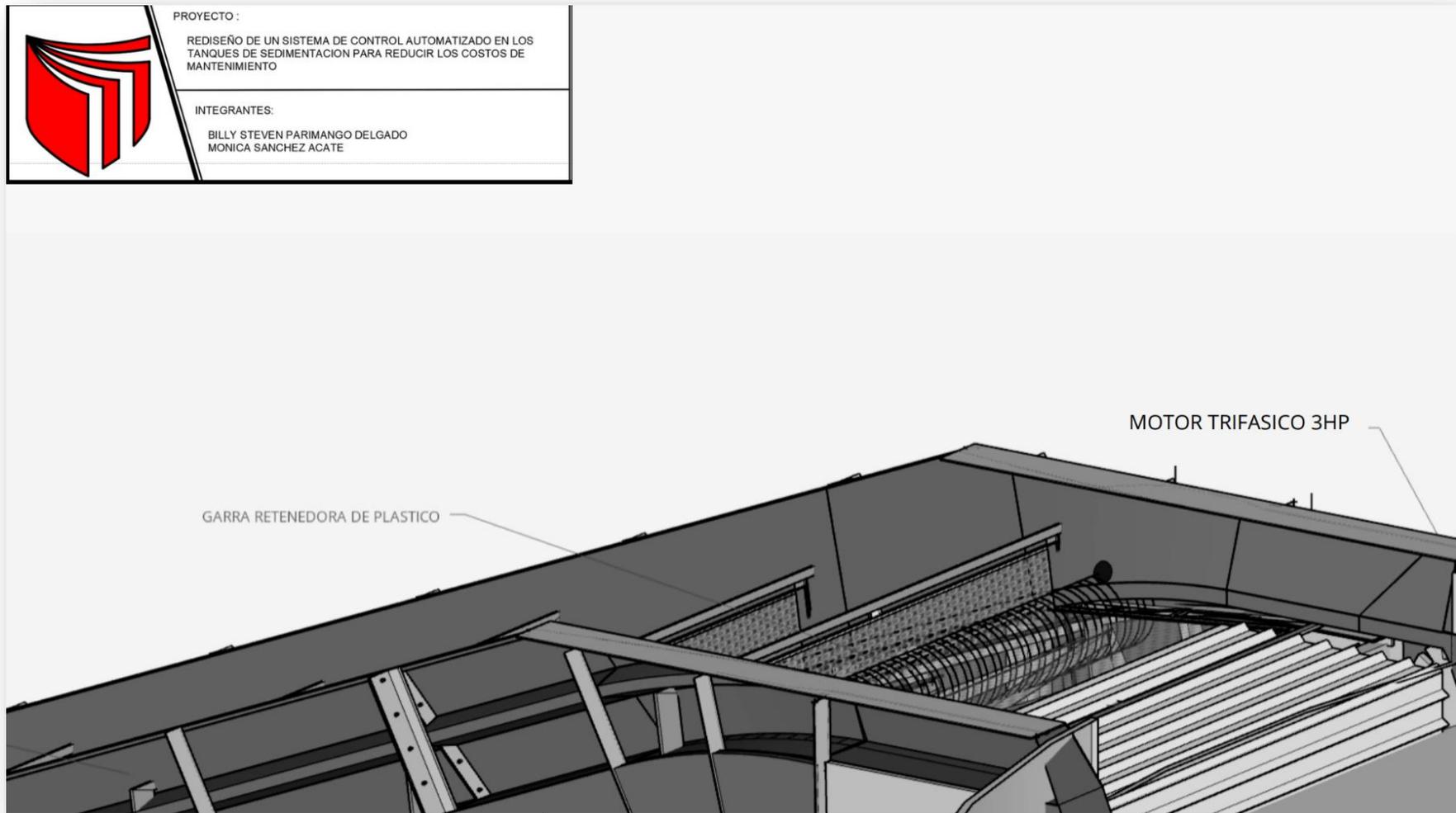
Elaboración propia: Extractor de sólidos vista 180°

Figura 23. Extractor de sólidos vista 360°



Elaboración propia: Extractor de solidos vista 360.

Figura 24. Extractor de solidos vista 90° (Garra retenedora de solidos)



Elaboración propia: Extractor de sólidos vista 90° (Garra retenedora de solidos).

Interpretación:

Mediante planos mostrados anteriormente se puede observar un nuevo sistema de extracción de sólidos el cual evitará los cuellos de botella que se generaban en planta, la mejora de este extractor será en el paso de agua sin sólidos por las tuberías y así no quemar, fundir, obstruir o deteriorar las bombas que impulsan el agua hacia los tanques de sedimentación, Este sistema de extracción servirá como retenedor de plásticos, maderas en partes pequeñas, bolsas, cartón y otros sólidos mediante los retenedores de sólidos que están colocados dentro del extractor así como también la malla de acero para evitar aún más los sólidos que puedan querer diluirse y mediante una garra retenedora de plástico por retirar los residuos que se extraigan del agua para luego colocarlos en una bandeja ovalada, donde al momento de acumularse de bastantes residuos o sólidos el operario retirará esos sólidos hacia un contenedor de residuos sólidos. La malla tiene una medida de 10 cm de ancho en cada orificio. Por ello este proceso de extracción beneficiará en paso de agua con mayor limpieza sin sólidos los cuáles ya no generarán costos de mantenimiento excesivo y costos en adquirir nuevas bombas, por los problemas ya mencionados.

Se realizó el rediseño del extractor con las medidas adecuadas y escaladas entre las distancias de las áreas para lograr su realización, las medidas que se tomaron con exactitud para ser puesto dentro de la estructura diseñado para el extractor de sólidos son: 2m de largo, de ancho 1.10 m y de profundidad 1.70 m.

Tabla 21. Costo de los materiales y mano de obra que se utilizaron en el nuevo diseño del extractor de sólidos.

Costo de los Materiales para el Extractor de Sólidos						
CANTIDAD	MATERIALES	MODELO Y SERIE	COSTOS	MANO DE OBRA	COSTO	DIAS
2	poleas	Polea de cabeza (Conductora)	400	INGENIERO O Y OBREROS	3000	12
2	poleas	polea de cola	400			
50 m	Malla metálica acerada	Mallas Metálicas, Electrosoldadas	20			
1	Motor de inducción	MOTOR TRIFASICO BAJA 3 HP DE COBRE	790			

6	Listel (Liston)	Listel de acero inoxidable 304 8k Espejo 1cm x 2.44m	108			
1	tubo circular	tubo redondo cromado 1" X1.17 Mm 6Metros	40			
6	Rodillos envuelta	Rodillos para banda transportadora	280			
30	Pernos y tuercas	Pernos y tuercas	20			
30	Huachas	Huacha plana para estructura	13			
1	Plc	Plc logo	250			
2	contactor	NC1- 1810 CONTACTOR	70			
2	llave térmica	2x32 A 220v – 10KA	100			
1	tablero de control eléctrico	tablero p/adosar metálico 400*300	450			
TOTAL			5941			

Elaboración propia: Costo de los Materiales para el Extractor de Sólidos.

Tabla 22. Costo total del rediseño de la estructura para el extractor y nuevo diseño del extractor de sólidos.

Total de Costos del Rediseño	
Estructura del rediseño	1338
Extractor de solidos	5941
Total	7279

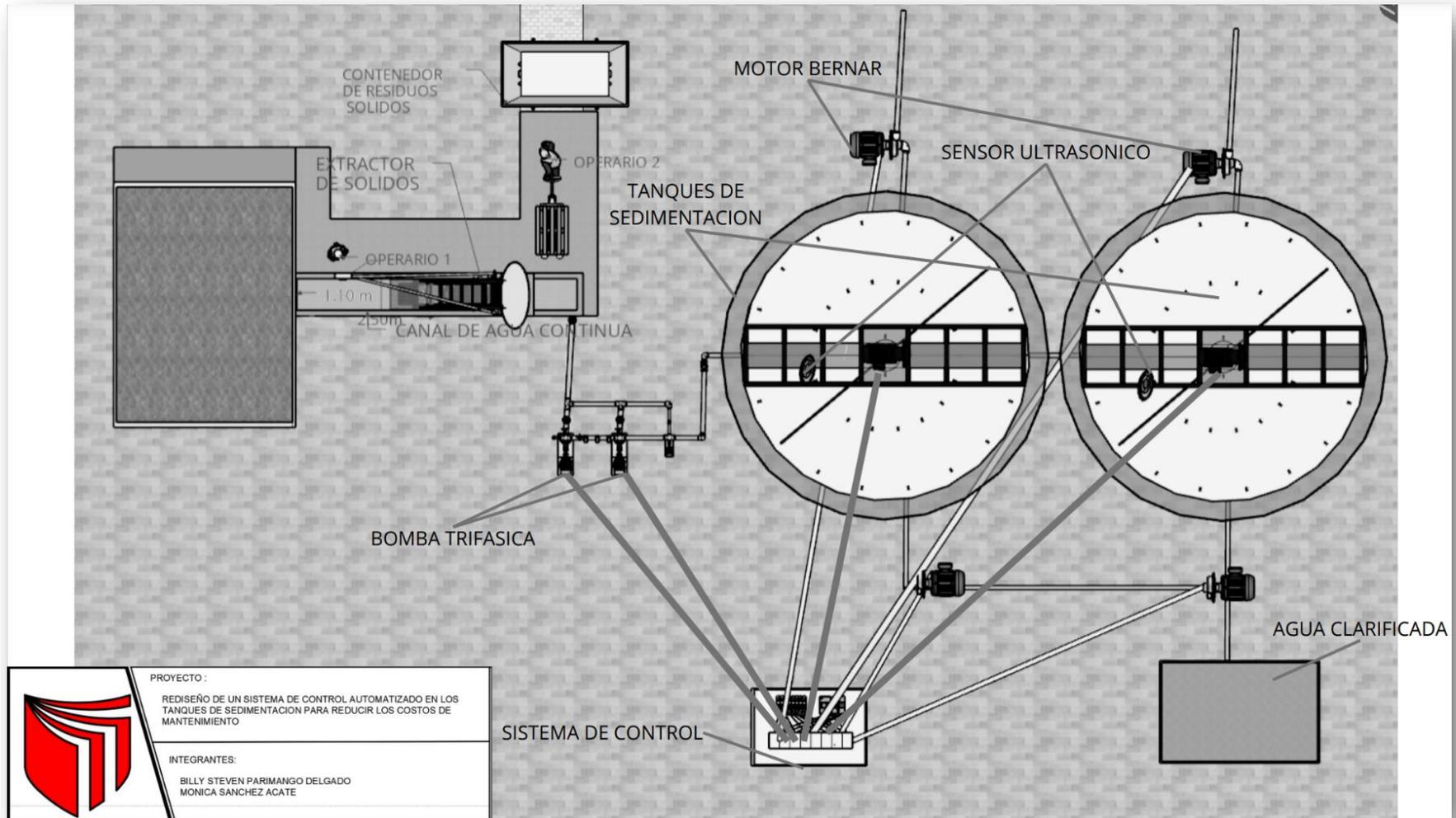
Elaboración propia: Total de costos del rediseño.

Interpretación:

Se puede identificar el costo total de rediseño de la estructura mostrada y el rediseño del extractor de sólidos, ambos diseñados para solucionar el problema de sólidos mezclados con el agua, teniendo un costo total de 7279 soles.

A continuación, se realizará el plano general del área afectado, sus ubicaciones y su respectivo cableado, mostrando el lugar que corresponde cada rediseño realizado anteriormente.

Figura 25. Rediseño del Sistema de Control Automatizado



Elaboración propia. Rediseño del Sistema de Control Automatizado.

Interpretación:

El plano presentado proporciona una vista general de las ubicaciones en las cuales estará el rediseño de sistema de control automatizado y el extractor de sólidos. Los describimos de la siguiente manera, el agua que ingresa a la PTAR, llega a la piscina de sedimentación es aquí donde se almacena todo el agua con residuos, plásticos, sólidos; luego mediante una llave de timón será abierto por el operario para que el agua pase por el agujero de la estructura rediseñada, el agua ingresará por el agujero con todo residuo que este contenga para que luego estos residuos o sólidos, sean evacuados por el extractor de sólidos, el extractor de sólidos funciona como un filtro o colador evacuando toda materia en una bandeja ovalada, residuos que no sea solo agua para el proceso de tratamiento de aguas, en la bandeja se acumulará todos los residuos para luego ser evacuados por el operario hacia un contenedor de sólidos. Luego que pasa el agua limpia sin materias, las bombas impulsarán el agua hacia los actuadores Bernard, estos recibirán el agua de manera automática dejando pasar todo el agua hacia los tanques de sedimentación donde empezará el proceso de llenado de agua en los tanques hasta un cierto nivel puesto que este nivel de agua será detectado y medido por los sensores ultrasónicos el mismo que ya estará programado para detectar la distancia entre el agua (capacidad del tanque) y el sensor, estos sensores ultrasónicos enviarán la información medida hacia el PLC (controlador logic), este controlador enviará una orden al actuador Bernard de cerrar la válvula automáticamente y así evitar que siga pasando agua hacia los tanques de sedimentación, de esa manera se evitará que se derrame todo el agua de los dos tanques de sedimentación que están en proceso de tratamiento. Luego de haberse llenado los tanques de sedimentación el PLC enviará otra orden de abrir las válvulas el segundo y tercer actuador Bernard colocado a las salidas de cada tanque de sedimentación para de esa manera abra su válvula y así deje pasar el agua ya tratado hacia el área de agua clarificada, así mismo cuando los sensores ultrasónicos detecten que ya no hay líquido en los tanques, enviará otra información al PLC y el PLC envíe una orden de dejar pasar nuevamente de agua hacia los tanques de sedimentación, de esta manera se repetirá el proceso de manera automática sin la necesidad de exponer al operario de manera manual.

Tabla 23. Costo total del rediseño del sistema de control automatizado

Costo Total del Rediseño del Sistema de Control Automatizado	
costos	totales
sistema de control automatizado	31981
estructura y extractor del rediseño	7279
Total	39260

Elaboración propia. Rediseño del Sistema de Control Automatizado.

Interpretación:

Se puede observar que el costo total del rediseño del sistema de control automatizado es de 39260 soles, esto puede llegar a tener la cantidad alta porque es un sistema eficaz el mismo que solucionará todo el problema en la PTAR y empresa. Así mismo solo será un solo gasto porque luego los costos van a disminuir porque con este rediseño se eliminará el problema.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Evaluar el beneficio económico del rediseño del sistema de control automatizado.

Para esta etapa se compara los costos iniciales con los actuales y ver la reducción que se planificó.

Empezaremos calculando:

- los costos de mantenimiento
- los costos absolutos
- los costos en medida de su porcentaje
- los costos de servicios
- comparación de costos antes y después del rediseño
- se evaluará los costos totales y otros costos en respuesta a nuestra reducción.

A continuación, se realizó una tabla en cual determina los costos que se obtuvieron después del sistema de control automatizado.

Tabla 24. Costos de mantenimiento después del sistema de control automatizado

COSTOS DE MANTENIMIENTO DESPUÉS DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO				
PERSONAL DE MANTENIMIENTO				
descripción	´Días/Mes	Trabajadores	Pago/Día	Inversión
Mantenimiento de bombas centrífugas, bomba de agua en eje libre, electro bomba sumergible, bomba de transferencia de agua de diafragma,	2	1	80	160
Mantenimiento de Tuberías, presión, galvanizado, eléctricas, de unión, válvulas compuerta, válvula mariposa, bridas de placa.	2	2	60	240
Mantenimiento de tanques de sedimentación y motor monofásico	1	1	100	100
Mantenimiento de Decanter, tablero de control, centrifugado	1	1	120	120
Mantenimiento Eléctrico, tablero de control, sensor de boya	1	2	100	200
Mantenimiento de Químicos floculante y coagulante	2	1	100	200
total	9	8	560	1020

Elaboración propia: Tabla de mantenimiento después del sistema automatizado

Interpretación:

Mediante el sistema de control automatizado pudo reducirse el costo de mantenimiento en 1020 soles, reduciéndose considerablemente, siendo beneficioso y reduciendo los costos de mantenimiento de cada proceso en cada área y por cada maquinaria.

Tabla 25. Comparando los costos absolutos (Antes - Después)

COMPARANDO LOS COSTOS ABSOLUTOS (ANTES - DESPUÉS)					
TIEMPO	ARE A	DIA S	TRABAJADO RES	PAGOS/ MES	TOTAL DE INVERTIDO
A	4	61	10	460	7320
D	4	9	8	560	1020
				TOTAL, DEL AHORRO ABSOLUTO	6300

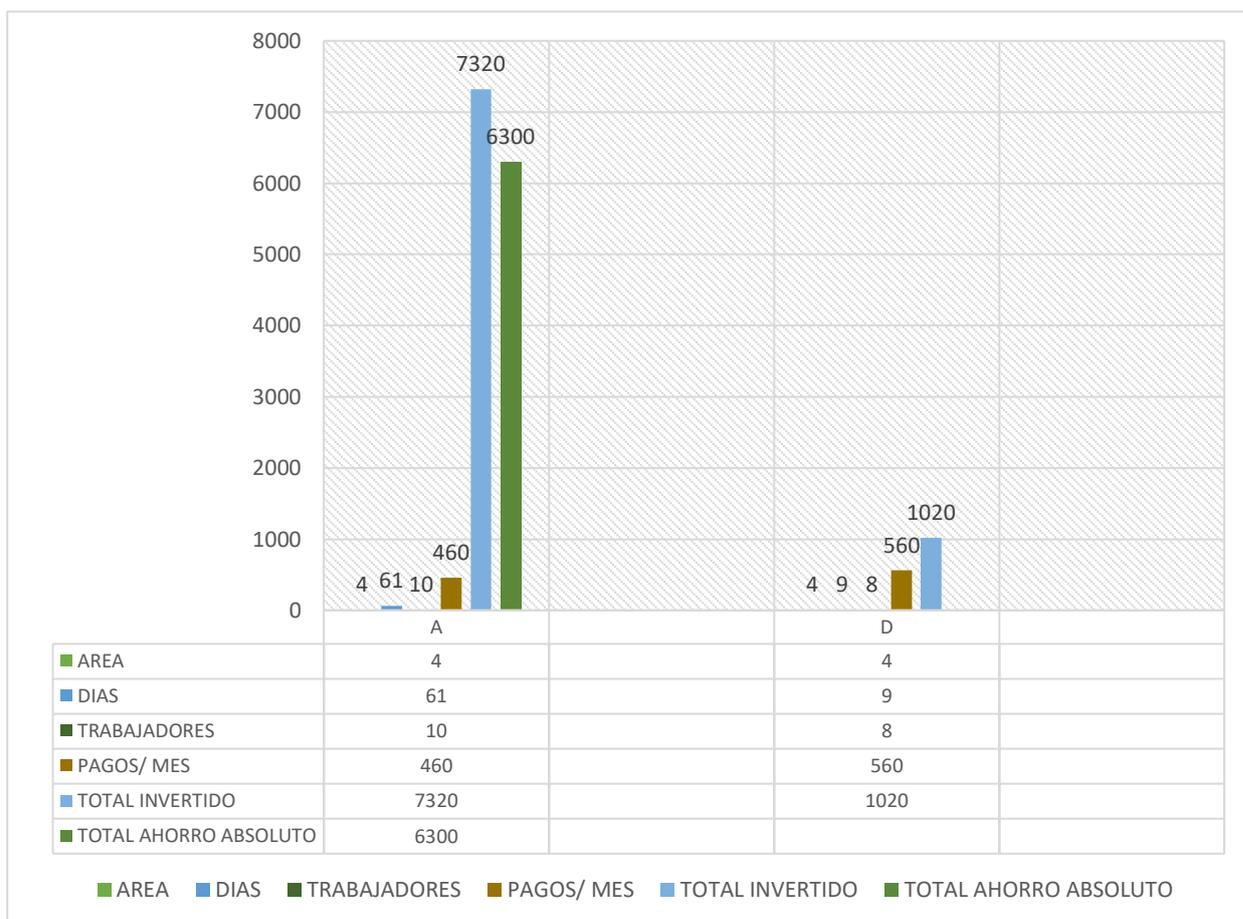
Elaboración propia: Tabla de comparación del antes de los costos

Interpretación:

Para comparar los resultados totales de las áreas se realizó un antes y un después, dándonos anteriormente al mes en las 4 áreas, 61 días de mantenimiento, 10 trabajadores para realizar el mantenimiento, 460 soles para sus pagos mensuales y 7320 soles mensuales invertidos en costos de Mant.

Posteriormente al sistema de control, los datos obtenidos dieron como resultado, en las 4 áreas, 9 días de mantenimiento, 8 trabajadores para realizar el mantenimiento, 560 soles para sus pagos mensuales y 1020 soles mensuales invertidos en costos de Mant.

Gráfico 1: Gráfico costos totales de mantenimiento (antes - después)



Elaboración propia: Tabla de mantenimiento después del sistema automatizado

Interpretación:

Mediante el grafico podemos observar que el total invertido o gastado antes y después, en el antes nos dio como resultado 7320 soles gastados al mes y en el después nos dio como resultado 1020 soles gastados al mes, esto quiere decir que la empresa se ha tenido un ahorro absoluto de 6300 soles.

Tabla 26. Comparación del total de los costos de mantenimiento (antes - después) en porcentaje

		COMPARANDO EL TOTAL DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO (ANTES - DESPUÉS) EN PORCENTAJE	
		PORCENTAJE	TOTAL DE PORCENTAJE
TOTAL A	7320	0.01	73.2 %
TOTAL D	1020	0.01	10.2 %
TOTAL ABSOLUTO AHORRADO	6300	0.01	63 %

Elaboración propia: Tabla de mantenimiento en porcentaje después del rediseño del sistema automatizado

Interpretación:

Se observó que total de absoluto ahorrado del 100%, se obtuvo un ahorro del 63% Y solo obtuvo una pérdida de 37% en dinero por el mantenimiento sin el sistema de control automatizado.

Tabla 27: Comparación de costos adicionales de mantenimiento antes y después del rediseño del sistema de control automatizado.

COSTOS ADICIONALES DE MANTENIMIENTO ANTES Y DESPUÉS DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO				
SERVICIO	ANTES S/	MES	DESPUÉS S/	MES
Internet	125	mes	50	mes
Energía Eléctrica	120	mes	50	mes
Total	245	mes	100	mes

Elaboración propia: Tabla de comparación de costos adicionales

Interpretación:

Se puede observar que los costos adicionales que se utilizaban antes para dar mantenimiento a las bombas, tableros de control, corrientes eléctricas, etc. De internet y energía eléctrica llegaban a tener un costo de 245 soles al mes y los costos adicionales después del sistema de control automatizado fueron de 100 soles al mes, dándonos más del 50% de reducción de costos de mantenimiento.

Tabla 28: Comparación de costos totales mensuales entre adicionales y mantenimiento (Antes – Después)

COMPARANDO LOS COSTOS TOTALES MENSUALES ENTRE ADICIONALES Y MANTENIMIENTO (ANTES - DESPUÉS)		
COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO TOTAL DE ÁREAS ASSERMEDAMB		
DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL MENSUAL ANTES	COSTO TOTAL MENSUAL DESPUÉS
SERVICIOS	245	100
MANTENIMIENTO	7320	1020
TOTAL	7565	1120

Elaboración propia: Tabla de comparación de costos adicionales y mantenimiento.

Interpretación:

Se observa que los costos mensuales entre servicios y mantenimiento del antes es de 7565 soles mensuales y los costos que benefician a la empresa en el después del sistema es de 1120 soles, de esta manera se verifica que el ahorro neto que obtiene la empresa es de 6445 soles al mes con estos dos servicios calculados.

Tabla 29: Resultado del costo de mantenimiento de cada mes y del costo del rediseño en el mes de noviembre (antes - después)

RESULTADO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO MENSUAL DESPUÉS DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO (ANTES - DESPUÉS)			
COSTO TOTAL MENSUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB			
DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL DE CADA MES ANTES DEL REDISEÑO	DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL MENSUAL NOVIEMBRE DURANTE EL REDISEÑO
SERVICIOS	245	SERVICIOS	100
MATERIALES COMPRADOS	8,100.00	MATERIALES COMPRADOS	39260
MANTENIMIENTO	7320	MANTENIMIENTO	1020
TOTAL	15,665.00	TOTAL	40,380.00

Elaboración propia: Tabla de comparación de costos adicionales

Interpretación:

Como se puede observar que los costos anteriormente diagnosticados mensualmente sumaban un total de 15,665.00 soles cada mes multiplicados por un año y por los años que viene este problema el costo es enorme, siendo una cantidad muy elevada. es por ello es que se ha realizado el rediseño y reducir estos gastos al máximo, continuando los gastos que necesitaran en el rediseño del sistema de control automatizado será de 40,980.00 soles, este gasto puede parecer muy elevado, pero la automatización requiere los materiales adecuados para solucionar este problema, muy aparte de esto el gasto será solo en el mes de noviembre, ya que luego no se llegará a tener el mismo gasto en ningún otro mes, solo se tendrá el gasto mensual de mantenimiento siendo el mínimo, reduciendo personal y otros gastos la reducción será notable, esta información será presentada en la siguiente tabla 28.

Tabla 30. Resultado del costo total final de mantenimiento mensual después del rediseño del sistema de control automatizado (antes - después)

RESULTADO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO MENSUAL DESPUÉS DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO (ANTES - DESPUÉS)			
COSTO TOTAL MENSUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB			
DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL DE CADA MES ANTES DEL REDISEÑO	DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL MENSUAL DESPUÉS DEL REDISEÑO
SERVICIOS	245	SERVICIOS	100
MATERIALES COMPRADOS	8,100.00		
MANTENIMIENTO	7320	MANTENIMIENTO	1020
TOTAL	15,665.00	TOTAL	1,120.00

Elaboración propia: Tabla de comparación de costos finales mensual anteriormente y costo después mensual del rediseño.

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla, el costo mensual luego del rediseño de control automatizado nos da como reducción de costos y costos de mantenimiento en un total de 1120.00 soles mensuales de ahora en adelante, este gasto mínimo se basará solamente en el mantenimiento de los equipos y los servicios utilizados como luz e internet. Se ha realizado una reducción máxima de costos, así como también se ha generado un beneficio mensual para la empresa y para la planta ya que ahora se puede producir las cantidades de agua de los tanques con normalidad las 24h sin residuos que malogren la maquinaria, se evitará el derrame de efluente o líquido por la automatización logrando tener un área en trabajo continuo, cuidando la maquinaria, materiales, etc. como también al personal operario de accidentes mortales, controlándose de manera automática. Se redujo el gasto excesivo de 15,665.00 soles mensuales y aún más el gasto de 30,101.14 del mes de octubre.

Tabla 31. Resultado del costo total final de mantenimiento anual después del rediseño del sistema de control automatizado (antes - después)

COSTO TOTAL ANUAL DE MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA ASSERMEDAMB DEPUES DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO					
	DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL ANUAL X 12		DESCRIPCIÓN	COSTO FINAL TOTAL ANUAL X 12
ANTES	COSTO TOTAL ANUAL + BOMBA CENTRÍFUGA + MANTENIMIENTO + SERVICIOS	218,081.14	DESPUÉS	COSTO TOAL ANUAL EN MANTENIMIENTO Y SERVICIOS	13,440.00
	TOTAL	218,081.14		TOTAL	13,440.00

Elaboración propia: Tabla de comparación de costos finales anual anteriormente y costo anual después del rediseño.

Interpretación:

Como se puede observar en la tabla, los gastos anuales después del rediseño son de 13440.00 soles, esta reducción de costos de mantenimiento se logró mediante el rediseño solucionando cada problema del PTAR y de la empresa incrementado los beneficios económicos al lograr una producción continua de agua durante las 24h sin tener que hacer un mantenimiento cada día o cada hora, los costos anuales de ahora en adelante serán accesibles y aceptables basándose solo en el mantenimiento y el uso de servicios básicos para el funcionamiento continuo, a comparación del costo excesivo anual anteriormente de 218,081.14 soles, el mismo que generaba grandes pérdidas para la empresa.

4.3.1 Reducción de Costos de mantenimiento mensual en Porcentaje:

Aquí se mostrará la reducción de los costos luego que se rediseñará el sistema de control automatizado, todo resultado positivo representa la reducción de los costos de mantenimiento.

C_m = costo de mantenimiento

Costo A = Costo total Antes

Costo D = Costo total Después

Formulando:

Reemplazando:

$$CM = \frac{(COSTO A - COSTO D)}{COSTO A} * 100 \quad Cm = \frac{15665 - 1120}{15665} * 100 = 93\%$$

Interpretación:

Para corroborar los costos de mantenimiento antes y después, se realizó mediante la fórmula presentada, tomando como datos los costos totales del antes y después, así mismo se determinó que la reducción en el porcentaje de los costos de mantenimiento después del rediseño del sistema de control automatizado tiene un porcentaje de 93 % de los costos totales reducidos de un 100%, esto quiere decir que la empresa generará un beneficio económico estable y rentable mediante este rediseño, ya que el 7% restante es solamente del mantenimiento que se realizará mensualmente.

4.3.1.2 VAN - Valor actual neto

En la siguiente tabla se usará la ecuación del VAN valor actual neto, para poder saber si nuestra inversión del rediseño es rentable o no el segundo mes y así consecutivamente.

Inversión: 40,380.00

Rentabilidad: 4%

Tabla 32. VAN – Valor actual neto durante el rediseño y luego del rediseño

		VAN		
K	A		Mes diciembre 1	Mes enero 2
TASA	INVERSIÓN			
4%	40380	Cobro	120,000	120,000
		Pago	40,380	1120
		Flujo	79,620	118,880
			Q1	Q2

Ecuación VAN:

$$VAN = -A + \frac{Q1}{1 + K} + \frac{Q2}{(1 + K)^2}$$

$$VAN = -40380 + \frac{79620}{1.04} + \frac{118880}{(1.04)^2} = 146,088.93 \text{ Es Rentable}$$

Siendo el VAN > 0 es conveniente hacer la inversión.

Interpretación:

Mediante la tabla de VAN podemos observar que es rentable y es preferible hacerlo, si el gerente invierte los 40380 soles estaría teniendo una rentabilidad de 146,088.93 soles. La inversión prevista para el rediseño del sistema de control automatizado es de 40380 soles lo mismo que en el mes donde se hace el rediseño teniendo un gasto de materiales, mantenimiento y servicios. En el segundo mes ya después del rediseño solo se tiene los gastos de mantenimiento y servicios siendo 1120 soles

4.3.1.3 TIR – Tasa interna de retorno

En la siguiente tabla identificaremos la tasa interna de retorno la cual, cuanto mayor sea la TIR mejor será la inversión. También identificaremos si la inversión del rediseño sea viable o no.

Tabla 33. TIR –Tasa interna de retorno durante el rediseño y luego del rediseño.

TIR			
Tasa de descuento	INVERSIÓN	1	2
4%			
FUJO DE CAJA	-40380	79620	118880

TIR	196% Es aceptado
-----	------------------

- si la TIR > es mayor a la tasa de descuento es aceptado

Interpretación:

Mediante la tabla de la TIR, podemos deducir que nuestra inversión es rentable por ser mayor a la tasa de descuento en un 196%, haciendo que nuestro rediseño de un sistema de control automatizado sea viable.

V. DISCUSIÓN

Para diagnosticar el plan de mantenimiento en planta se inició con un estudio de los procesos que se llevan a cabo en las diferentes áreas, luego se realizó una entrevista al gerente de la empresa para lograr obtener la data o registro de los gastos generados y sus costos, mensual y anual, así mismo una entrevista al gerente sobre el problema crítico, para posteriormente realizar un chek list de cumplimiento operacional y la disponibilidad de los equipos, respecto a nuestro diagnóstico de costos tenemos un total de costos en materiales afectados de 38,201.14 soles, costos de la mano de obra servidos y mantenimiento de 7565 soles y el costo total del diagnóstico fue de 15,665.00 soles. De la misma manera lo presenta López (2021) realizó su investigación en mejora del diseño de su planta de tratamiento de aguas residuales, logró una recolección de datos del total de entrevistados de la afectación en solidos del proceso, mediante una entrevista obtuvo la información en participación y conversación con los operarios de planta o jefes encargado del área para conocer los horarios de supervisión el mantenimiento si se llega a realizar y las inversiones que este requería, diagnosticó los costos de estas mejoras detallándolos según mano de obra profesional con un total de 12,961.104 dólares y con personal total de 4, así mismo el costo del transporte de los materiales y de los investigadores con un total de 96000 dólares, alimentación con un total de 480000, servicio o papeleo con un total de 80000 dólares, etc. El costo total final que del diagnóstico reflejó fue de 15,007.104 dólares estadounidense, convirtiéndolo a soles equivale a un total de 55976.15 soles.

Estos resultados tienen coincidencia con nuestra investigación en la recolección de datos, mediante los instrumentos como la entrevista a los operarios y el diagnostico de los cosos que el rediseño y diseño requieren para ser realizados.

Respecto al segundo objetivo específico, se desarrolló en esta investigación el rediseño de un sistema de control automatizado en la PTAR, los costos de los materiales que con lleva este rediseño y el sistema de control con los materiales que se requieren, donde obtuvimos un costo total de la mano de obra de 1020 soles así mismo un costo de materiales de 39000 soles los cuales fueron importantes en el rediseño. Los resultados similares reportados por Arias (2020) con su estudio de

análisis de costos para realizar su investigación, detalló que el costo total de materiales que utilizó para su diseño e instalación fue de un total de 4,473.19 dólares, como también realizó el costo de mano de obra con un total de 2,580 dólares, de igual manera realizó el costo total de la maquinaria y equipos dándole como resultado 960 dólares, tienen un costo total de 9088.19 dólares americanos, los cuáles convertidos a soles nos da un resultado de 33898.74 soles.

Ciertamente los resultados obtenidos en nuestro rediseño del sistema de control automatizado coinciden con este estudio en el análisis de los costos, costos generados por el diseño y rediseño de un control de agua en las plantas de tratamiento de aguas residuales, la cual es que sin este método no se mejoraría la economía de las empresas y ayuda a las comunidades con el agua ya procesada.

Por otra parte, para lograr controlar el caudal que ingresaba a nuestra PTAR, se tuvo que recurrir a las fórmulas, logrando calcular la cantidad de líquido entrante, dándonos como caudal total ingresante de 267 L/min, deducido en cantidades de horas por tanque de sedimentación teniendo como resultado 32040 L/h por los dos tanques. Así como lo presenta Torres (2021) en su investigación de caudal para su planta de tratamiento de aguas, obtuvo un registro de datos los cuáles le brindaron como resultado de caudal entrante 30 L/s resumiendo, que en 10.44 segundos pasa 30 L, esto multiplicado por horas da un resultado total de 1800 Lt/min y un total de caudal de 64800 Lt/h. el costo para lograr realizar esta investigación se asemeja a nuestro estudio del caudal para medir el volumen del agua en relación al tiempo y su distancia máxima de los tanques.

En cuanto al sistema de control automatizado y su rediseño, se puede mencionar que el monitoreo del sistema facilitará el manejo automático de las bombas y del área completa mediante los sensores ultrasónicos, el controlador PLC y sus actuadores, de la misma manera el extractor de sólidos rediseñado funcionará como un filtro limpiando todo tipo de partículas que ingresen mezclados con el agua entrante en un 93% de efectividad, de igual manera lo explica Martínez (2019) su investigación fue caso contrario al nuestro por el extractor, aquí el utilizaría una ósmosis inversa la cual funcionaría como un filtro para dejar pasar partículas a hacia

el tratamiento de aguas la remoción de residuos se logrará en un 90%, a un 95% en residuos del agua, también describe brevemente que sistema de control requiere de sensores, controladores, actuadores un conjunto de sistema de control.

Para realizar el costo económico del rediseño se tuvo que investigar los costos de cada material, herramienta, tubería, fierros, cables, pegamento PVC, mantenimiento, instalación, etc. Estos costos que hemos obtenido son un total de 39260 soles más el total del rediseño nos dio como costo total final 40380 soles. De la misma forma Cordero (2023) realizó una propuesta económica obteniendo los costos totales de la instalación de tuberías, instalación de equipos, instalación eléctrica, la supervisión y su funcionamiento obtuvo un costo total de 45,691.7 dólares. Estos costos del sistema a utilizar que son parte del tratamiento de aguas residuales para lograr su proceso continuo sin errores.

Respecto al tercer objetivo específico, donde se evaluó el beneficio económico propuesto se determinó una inversión de 40380 soles, seguido del VAN para el rediseño del sistema de control automatizado teniendo como soto total de 146,088.93 soles, la cuál es mayor a 0 esto quiere decir que es viable con un TIR de 196 % siendo un este Rediseño viable y rentable en tan corto tiempo, los resultados cercanos presentados por Fernández (2021) determina una inversión de 35,000 dólares equivalente a soles en 130,549.19 soles para sus gastos administrativos, materiales, depreciación, el impuesto a la renta, mantenimiento, en el tiempo de 1 mes teniendo como resultado del VAN un total generado de 128,848.86 dólares convirtiéndolo a soles equivale a un total de 480,603.86 soles con esto determina que las ganancias con el sistema automatizado son mayores a las ganancias de un sistema manual, de la misma manera obtiene una TIR del 80% el cual también lo describe que la rentabilidad ha superado las expectativas para ser viable.

De forma similar Marchena (2021) al rediseñar su sistema de control automatizado para incrementar la eficiencia de su PTAR, realizó una análisis de costos los cuales al final le beneficiaron incrementando su producción y las calidades del agua, teniendo como costo pre un total de 226000 soles en gastos de los puntos críticos

analizados y costo post de 60000 soles, para lograr su objetivo en la reducción de costos tuvo una inversión de 187,584.18 soles, para lograr el rediseño de su sistema de control automatizado, luego de su inversión logro dar como resultado del VAN un total de 439,646.88 soles con una TIR de 88.90%, determinando que mientras sea positivo el proyecto será viable, que sistema de controla automatizado es más factible y recomendado para su realización dentro de la empresa.

VI. CONCLUSIONES

De todo el registro de la información detallada y desarrollada de los objetivos podemos concluir lo siguiente:

1. al diagnosticar la ejecución del plan de mantenimiento en la planta, se identificó que el derrame de líquido llegaron a afectar de manera económica a la empresa llegando a tener un costo muy elevado de 187980 soles al mes, este gasto mensual era excesivo y aún más el mes de octubre siendo un total de 218081.14 soles, todos estos gastos y costos el cual perjudicaba la inversión de la empresa, el trabajo continuo, los cuellos de botella, la producción en Lt, el costo el mantenimiento, la seguridad de los operadores, los riesgos eléctricos, materiales, bombas, etc.
2. Al rediseñar el sistema de control automatizado en la PTAR, se logró resolver el problema de los tanques de sedimentación mediante la automatización, donde este rediseño del sistema de control se controlará automáticamente sin estar exponiéndose a otros ambientes peligrosos, este rediseño evitará que vuelva a derramarse el líquido en toda el área de trabajo, de esa manera de redujo los costos de materiales, mantenimiento, personal, otros servicios llegando tener a tener un costo mensual de solo 1020 soles en mantenimiento y 100 soles en otros servicios mensuales, este costo será cada mes de aquí en adelante siendo el costo mínimo por mantenimiento del nuevo rediseño del sistema de control. a diferencia del costo excesivo al inicio del diagnóstico.
3. Se rediseñó también en la estructura del canal por donde entra el efluente, el mismo que llegaba con materia peligrosa y no apta para las bombas, se ha rediseñado y diseñando un nuevo extractor para extraer los sólidos, residuos o materia que no debería de pasar hacía los tanques de sedimentación, este extractor tiene la capacidad de retener todo tipo de materia que pueda malograr las bombas centrífugas de 50hp, y dejando pasar solo el agua limpia para su tratamiento, este extractor evitará el gasto adicional de 30,101.14 soles por bomba.

4. Los resultados de costos después del rediseño se redujeron a 1,120 soles mensuales a partir del siguiente mes por cada mes y durante un año solo se tendrá el gasto de 13,440 soles anuales, reduciendo los costos de mantenimiento en un 93% del 100% de la inversión. Verificado para que el proyecto sea aceptable y viable tenemos como VAN 146,088.93 soles y una TIR de 196% siendo nuestro rediseño viable, positivamente y rentable para su ejecución.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al gerente general de la empresa, implementar este rediseño de un sistema de control automatizado para lograr reducir sus costos de mantenimiento al mínimo e incrementar sus ingresos y ganancias en dinero y aún mejor en Lt por volumen de producción, para lograr esto se debe seguir paso a paso la estructura del rediseño planteado y los sistemas de conexión para un correcto funcionamiento continuo sin errores.
- Se recomienda a gerencia que después, de que se realice el rediseño en la planta, se siga los mantenimientos descritos, planteados y programados en esta investigación para que de esa manera todo el rediseño del sistema de control funcione correctamente y así evitar el deterioro y fallas en los instrumentos de control y las maquinas automatizadas.
- Se recomienda que la empresa capacite al personal sobre el funcionamiento del rediseño del extractor y sobre todo dominio del mismo sistema de control siendo los dos más escánciales para tener un trabajo eficaz, sin llegar a exponer al trabajador mismo.
- Se recomienda actualizar constantemente los costos materiales para adquirir un almacenamiento previo a alguna falla, antes del incremento de la inflación para que de esa manera la empresa se abastezca y genere un reemplazo al instante si llegase a necesitar una sustitución del mismo material, de acuerdo a todos los instrumentos, materiales y equipos con cantidad y serie, descritos en esta investigación.
- Se sugiere que, para futuros investigadores y futuras investigaciones con iguales variables de investigación, inicien diagnosticando el área crítica y sus costos que esta trae consigo por sus fallas, problemas o causas no corregidas, ya que este paso es importante para continuar con las demás herramientas de la investigación. Esto ayudará a garantizar que su tesis tenga un impacto significativo y contribuya al avance científico en el área de estudio.

REFERENCIAS

RAMIREZ CHACON, Oswaldo. Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales y su reutilización en la empresa agroindustrial Tumán SAA para disminuir los costos de producción. 2021. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4362/1/TL_RamirezChaconOswaldo.pdf

BHAGAVATULA, Abhijit, et al. Innovative recovered water process implementation: Flocculation-sedimentation-filtration process for addressing water and energy nexus challenges at Kemper IGCC Power Plant. *Energy Nexus*, 2021, vol. 1, p. 100007. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427121000073>

SHAH, Milinkumar T., et al. A novel settling tank for produced water treatment: CFD simulations and PIV experiments. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2019, vol. 182, p. 106352. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920410519307739>

CZERNEK, Krystian, et al. Sedimentation tanks for treating rainwater: CFD simulations and PIV experiments. *Energies*, 2021, vol. 14, no 23, p. 7852. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/23/7852>

WANG, Keyuan, et al. A case study on settling process in inclined-tube gravity sedimentation tank for drip irrigation with the yellow river water. *Water*, 2020, vol. 12, no 6, p. 1685. <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/6/1685>

BOUISFI, Firdaouss, et al. Mejorar la eficiencia de eliminación de los tanques de sedimentación utilizando diferentes posiciones de entrada y salida. *Transacciones FME*, 2019, vol. 47, n.º 4, pág. 894-900. <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1451-2092/2019/1451-20921904894B.pdf>

ELFADIL, Abdelkarim D., et al. Un procedimiento de diseño simplificado de cuencas de sedimentación con placas inclinadas en una red de canales de riego utilizando el criterio de eficiencia de trampeo. *Noticias científicas mundiales*, 2023, vol. 179, pág. 146-164.

<http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-1f71018a-9077-498b-ac08-515b3045c752>

ALIGARDASHI, Abolghasem; GOODARZI, Danial. Simulación de los efectos de la profundidad y del viento sobre la eficiencia hidráulica de tanques de sedimentación. *Revista Agua y Medio Ambiente*, 2020, vol. 34, núm. 3, pág. 432-440.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/wej.12478>

Loganathan, K., Chelme-Ayala, P. y El-Din, MG (2015). Tratamiento de agua basal mediante un sistema híbrido de electrodiálisis inversa y ósmosis inversa combinado con un cristizador de baja temperatura para una descarga de líquido cercana a cero. *Desalación*, 363, 92-98.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916415000399>

MUOIO, Roberta, et al. Optimization of a large industrial wastewater treatment plant using a modeling approach: A case study. *Journal of environmental management*, 2019, vol. 249, p. 109436.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719311545>

BAZÁN ARROYO, Eduardo Alexander. Proyecto de mejora del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Setrami SAC. -Trujillo. 2018.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12758/Baz%c3%a1n%20Arroyo%2c%20Eduardo%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AYULO CHAVEZ, Mario Ricardo; CUBAS MEDINA, John Robert. Diseño de plan de mantenimiento para reducir costos de mantenimiento de máquinas en la empresa Santa Patricia SA. 2023.

<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/01c60f19-5e3c-470a-9045-0670ad7303b4>

Rodriguez, J. (13 de agosto de 2019). Los 3 principales indicadores del TPM. <https://spcgroup.com.mx/los-3-principales-indicadores-deltpm-total-productive-maintenance/>

González, F. (2016). Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid: Artegraf S.A.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=o0cH7Nwkm3YC&oi=fnd&pg=PA181&dq=Auditor%C3%ADa+del+mantenimiento+e+indicadores+de+gesti%C3%B3n.+Madrid:+Artegraf+S.A.&ots=jxmzPT4j4W&sig=phWvzU82jCyT8xvwXcwAWzkcL3E#v=onepage&q=Auditor%C3%ADa%20del%20mantenimiento%20e%20indicadores%20de%20gesti%C3%B3n.%20Madrid%3A%20Artegraf%20S.A.&f=false>

PINTO, Romel Gordillo; FRANCO, José Alberto Aguilar. Diseño de un sistema físico-químico compacto y sostenible para potabilizar aguas superficiales en zonas remotas de Arequipa-Perú. Nexo Revista Científica, 2022, vol. 35, no 01, p. 82-96. <https://camjol.info/index.php/NEXO/article/view/13919/17392>

AGÁMEZ OSPINO, Sandra Patricia, et al. El OVA como herramienta didáctica basada en retos para el aprendizaje de las reacciones químicas con estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Rural Villa Nelly del municipio de Carepa, Antioquia.-. 2023. Tesis Doctoral. Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/16718>

MONTESINOS PÉREZ, Fridman Elisban; WASWALDO QUISPE, José Arnold. Diseño de una estación de bombeo automatizada para mejorar la disponibilidad de agua del Distrito de Caracoto–Puno. 2022. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/100776/Montesinos_PFE-Waswaldo_QJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MACHADO VILLACRÉS, Alex Santiago; ROMERO GUANOLUISA, Jairo Valmore. Implementación de un sistema de control y monitoreo para el análisis de variables físicas y generación de reportes utilizando diadem. 2018. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9688>

REYES ARAUJO, Wilyn. Optimización del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la implementación del sistema MBBR en la provincia Caylloma-AQUAFIL. 2020.

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15532>

ESTRADA ARAOZ, Edwin Gustavo; GALLEGOS RAMOS, Néstor Antonio; HUAYPAR LOAYZA, Karl Herbert. Calidad metodológica de las tesis de pregrado de una universidad pública peruana. Revista Universidad y Sociedad, 2022, vol. 14, no 3, p. 22-29.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S221836202022000300022&script=sci_arttext

LÓPEZ CAHUA, Verónica Jannet. Automatización del proceso de tratamiento de agua potable de la planta Caracoles-mina Quellaveco. 2019.

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3176>

SEGURA PARRA, Pablo. Modelo de eficiencia energética y mejora continua para la operación esbelta de robótica industrial. 2019.

<https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/4221>

NUÑEZ-GARCÍA, Uriel, et al. Tratamiento biológico de aguas residuales con perspectiva de economía circular. Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, 2023, vol. 11, no Especial3, p. 112-122.

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/11486>

BEJAR GONZALES, Dayana Liz; JOVE CASTILLO, Eddy Luis. Estudio de tecnologías 4.0 en el sector de industrias alimentarias. 2020.

<https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/6bf9b7e5-9b9c-4e10-bf6c-d20da2aa1853/content>

HIDALGO, Arsenio. Técnicas estadísticas en el análisis cuantitativo de datos. Revista sigma, 2019, vol. 15, no 1, p. 28-44.
<http://funes.uniandes.edu.co/15431/>

BURBANO ROBLES, Santiago Manuel. Controlador lógico programable bajo software y hardware libre. 2022. Tesis de Maestría.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12632>

COLLAHUAZO VICENTE, Fernando Mauricio. Diseño e implementación de un sistema de control de los equipos desarenadores de la “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Loja” (PTAR). 2022. Tesis de Licenciatura.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23508>

SEGUNDO ORMACHEA, Cesar Emilio. Diseño e implementación de un controlador sintonizado PID para el control automático de nivel de la cámara de bombeo de desagüe CBD-01 de la planta de tratamiento de aguas residuales-Cusco. 2023.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7544>

PÉREZ RONDÓN, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. 2021.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276>

MOREIRA, María C. Metodología de la investigación. 2021.
<http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/handle/123456789/453>

PAEZ ADVINCULA, Rafael Roosell. Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. Industrial Data, 2022, vol. 25, no 1, p. 137-156.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000100137

HORNO, Leticia del, et al. Reducción en los costes de mantenimiento mediante un sistema de control de lastre para DAEC's* de primera generación. En XLIII Jornadas de Automática. Universidade da Coruña. Servizo de Publicacións, 2022. p. 9-16.
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/31332>

SÁNCHEZ FLORES, Fabio Anselmo. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista digital de investigación en docencia universitaria, 2019, vol. 13, no 1, p. 102-122.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s222325162019000100008&script=sci_ar_ttext

CANTOS, María Elizabeth Romero; TENESACA, Diana Carolina Velasco; CHUMAÑA, Jessica Carolina Vilca. Valoración económica de los servicios de almacenamiento de CO₂ y filtración del agua de los manglares del golfo de Guayaquil. Revista Geoespacial, 2021, vol. 18, no 2, p. 18-32.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/2584>

RIVERA, MARIA DE LA LUZ RIVERA, et al. Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con diseño energético sostenible y automatizado para zonas marginadas. DYNA Energía y Sostenibilidad, 2023, vol. 12, no 1, p. [14P.]-[14P.].
<https://www.revistadyna.com/busqueda-ES/propuesta-de-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-ptar-con-diseno-energetico-sostenible-y-a>

REVISTAS, U. A. Q. Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología, Vol. 3, Núm. 6, julio-diciembre 2020. Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología, 2020, vol. 3, no 6.
<https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/230>

ESCALANTE, Valeria, et al. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA GESTIÓN Y COSTOS EN SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. Investigación & Desarrollo, 2023, vol. 23, no 1, p. 41-56.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251844312023000100041&script=sci_ar_ttext

ROZO CHARRIS, María Paula. Estimación de la dosificación de coagulante y floculante en la planta de tratamiento de agua residual A90 de Enka de Colombia. 2023.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36757/4/RozoMaria_2023_EstimacionCoagulanteFloculante.pdf

VARGAS, Adriana KN, et al. Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, vol. 28, no 2, p. 315-322.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071833052020000200315&script=sci_arttext

ECHEVERRÍA, Ivette, et al. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO (CBR) PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES A ESCALA PILOTO. *Investigación & Desarrollo*, 2020, vol. 20, no 1, p. 41-49.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S251844312020000100003&script=sci_arttext

ANEXOS

Acta de acceso a información para desarrollo de tesis.

ACTA DE ACCESO A INFORMACION PARA DESARROLLO DE TESIS AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO TESIS

Por medio del presente documento, yo **Juan Francisco Merkt Lujan**, identificado con DNI N° **44197765** y representante legal de la empresa **ASSERMEDAMB E.I.R.L** con RUC N° **20535791326**, autorizo y hago conocimiento que la Srta. Sánchez Acate, Mónica Nayely y el Sr. Parimango Delgado, Billy Steven, identificados con DNI N° 73309486 Y 70258292 de la carrera profesional de Ingeniería Industrial a realizar y a difundir los resultados de la investigación utilizando el nombre de la empresa en mención.

La empresa se compromete a brindarle el acceso y autoriza de a ser conveniente publicar los resultados de investigación con su respectiva mención.

Es potestad del estudiante aplicar sus diferentes conocimientos en el desarrollo del trabajo a realizar.

Así mismo, la empresa exige se le haga llegar una copia del trabajo realizado como prueba del buen uso de los datos recogidos.

Para dar fe del acuerdo se firma el siguiente documento:



.....
Juan Merkt Luján
GERENTE GENERAL
ASSERMEDAMB E.I.R.L
DNI 44197765

JUAN MERKT LUJAN
Gerente General
ASESORAMIENTO Y SERVICIOS
PARA EL MEDIO AMBIENTE
Ruc 20535791326

Estudiantes:



BILLY STEVEN PARIMANGO DELGADO
DNI 70258292
ESTUDIANTE



Sánchez Acate, Mónica Nayely
DNI 73309486
ESTUDIANTE

Anexo A: TABLAS

Tabla 34. Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente Sistema de Control Automatizado	Un sistema de control, va dirigir, controlar, administrar el proceso que se lleve a cabo, se ajustará los controladores lógicos programables PLC este se encargará de controlar todo proceso o adaptada para las maquinas con una entrada y salida de terminales (Lopez Cahua, 2019)	Para determinar un sistema de control automatizado, se debe realizar al tanque de sedimentación, caudal y sensor.	Tanque de sedimentación	Volumen del tanque de sedimentación $V_c = \text{Área del tanque } m^2 \times \text{altura } m$ Área total del tanque de sedimentación $A = \frac{\pi D^2}{4}$	No experimental
			Caudal	Fórmula volumétrica $Q = \frac{V}{T}$ Fórmula velocidad/superficie $Q = A \times V$	
			Sensor ultrasónico Echo Trek ST/SB 400	Distancia de la onda de sonido $D = \frac{C \times T}{2}$	
Variable dependiente	Hay dos tipos de costos principales asociados con el		Costo de inversión	$CI = cm + cs + cma + cmo$	No experimental
			Costo de mantenimiento	$CM = \frac{(COSTO A - COSTO D)}{COSTO A} * 100$	No experimental

Costo de Mantenimiento	<p>mantenimiento de planta: los costos directos y los indirectos. Los costos directos incluyen el personal de mantenimiento, los repuestos y materiales utilizados en las actividades de mantenimiento y los costos indirectos incluye el tiempo de inactividad de planta debido a las actividades de mantenimiento y la disminución y eficiencia de los equipos debido a un mantenimiento. (Jhon Brown,2021)</p>	<p>Se evaluará la reducción de los costos de mantenimiento con las fórmulas planteadas, y determinar el beneficio económico para la empresa</p>	TIR	$0 = -inversión + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t}$	No experimental
			VAN	$VAN = -A + \frac{Q1}{1 + K} + \frac{Q2}{(1 + K)^2}$	No experimental

Elaboración propia

Tabla 35. Matriz de Coherencia

TITULO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
Rediseño de un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento en la Empresa Assermedamb, Trujillo 2023.	¿Cómo el Rediseño del sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación reducirá los costos de mantenimiento en la Empresa ASSERMEDAMB, TRUJILLO 2023?	Rediseño de un Sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación para reducir los costos de mantenimiento en la empresa ASSERMEDAMB, TRUJILLO 2023	El Rediseño sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación reducirá los costos de mantenimiento en la empresa ASSERMEDAMB TRUJILLO 2023
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
	¿Cómo diagnosticar la ejecución actual del plan de mantenimiento?	Diagnosticar la ejecución actual del plan de mantenimiento	Se diagnosticará la ejecución actual del plan de mantenimiento
	¿Cómo rediseñar el sistema de control automatizado?	Rediseñar el sistema de control automatizado	Se rediseñará el sistema de control automatizado
	¿Cómo evaluar el beneficio económico del rediseño del sistema de control automatizado?	Evaluar el beneficio económico del rediseño del sistema de control automatizado.	Se evaluará el beneficio económico del rediseño del sistema de control automatizado.

Elaboración propia

Tabla 36. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Enero

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)	
4/01/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tablero de control roto/desgastado	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080	
			rejilla de lodos		mala instalación				24h				
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico		humedad				24h				
9/01/2022	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de sólido	tablero de control eléctrico	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080	
			tuberías galvanizadas	humedad	24h								
		separación de lodos primera etapa	tuberías de presión	sensor boya roto	humedad	desgaste		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
			sensor de boya		24h								

13/01/2022	CLARIFICADORES O TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua		7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520	352440
					entrada de agua				24h			
					entrada de agua				24h			
				bobinas quemadas	entrada de agua				24h			
					entrada de agua				24h			
				motor quemado	entrada de agua				24h			
				cableado eléctrico quemado	entrada de agua				24h			
					entrada de agua				24h			
					entrada de agua				24h			
				16/01/2022					bomba de agua en eje libre			
ruido en el eje de la bomba	entrada de agua		24h									
	entrada de agua		24h									
	entrada de agua		24h									
	entrada de agua		24h									
válvulas de pié corroído	entrada de agua		24h									
	entrada de agua		24h									
	entrada de agua		24h									
	entrada de agua		24h									

26/01/2022			motor monofásico	estator quemado	entrada de agua	9:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	16h	512640	
				placa de bornes húmedo	entrada de agua			24h			
				bobinado quemado	entrada de agua			24h			
				eje oxidado	entrada de agua			24h			
				rodamientos oxidados	entrada de agua			24h			
				ventilador desgastado	entrada de agua			24h			
				rotor quemado	entrada de agua			24h			
28/01/2022		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua	10:00 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua			24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua			24h			
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua			24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua			24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua			24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua			24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			
30/01/2022	CENTRIFUGADO				humedad		24h	23h	736920	32040	

		Control del decanter centrifugado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado			11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h			
									24h			
31/01/2022		Separación de mezclas solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	
				tornillo transportador atascado	exceso de lodo				24h			
				pared del cuenco con lodo	lodo espeso				24h			
				distribuidor de entrada oxidado	humedad				24h			
				puerto de descarga sobrecargado	poca agua				24h			
				tubo de alimento roto	exposición al sol				24h			
												64080

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 37. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Febrero

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
1/02/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
9/02/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de solido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			

		separación de lodos primera etapa	tuberías de presión	tuberías oxidadas/ desgastadas	humedad		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h			
			sensor de boya	sensor boya roto	desgaste				24h	23h	736920	32040
13/02/2023	CLARIFICADORES O TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua		7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520	352440
sello mecánico quemado				entrada de agua		24h						
rodajes sobrecargados				entrada de agua		24h						
bobinas quemadas				entrada de agua		24h						
rotor recalentado				entrada de agua		24h						
motor quemado				entrada de agua		24h						
cableado eléctrico quemado				entrada de agua		24h						
tapas desgastadas				entrada de agua		24h						
eje húmedo				entrada de agua		24h						
16/02/2023						bomba de agua en eje libre			fugas en el sello mecánico			
				ruido en el eje de la bomba	entrada de agua		24h					
				eje dañado por humedad	entrada de agua		24h					
				termostato quemado	entrada de agua		24h					

			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua			24h				
			válvulas de pie corroído	entrada de agua			24h				
			empaquetadura húmeda	entrada de agua			24h				
			impulsadores vortex corroído	entrada de agua			24h				
			protección externa oxidado	entrada de agua			24h				
21/02/20 23		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
			impulsor quemado	entrada de agua				24h			
			casco de rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			anillo distanciador oxidado	entrada de agua				24h			
			disco de grasa pegado	entrada de agua				24h			
			anillo stefan desgastado	entrada de agua				24h			
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua				24h			
			empaquetadura rota	entrada de agua				24h			
			tapón de purga oxidado	entrada de agua				24h			
	Recepción de efluente	bomba de transferencia	no se ha cebado la bomba	entrada de agua				24h	16h	512640	256320

27/02/20 23		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua		10:00 0 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua				24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua				24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua				24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua				24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
96120												
28/02/20 23	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
									24h			
		Separación de mezclas	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080

28/02/20 23	solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)		tornillo transportador atascado	exceso de lodo		24h			
			pared del cuenco con lodo	lodo espeso		24h			
			distribuidor de entrada oxidado	humedad		24h			
			puerto de descarga sobrecargado	poca agua		24h			
			tubo de alimento roto	exposició n al sol		24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 38. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Marzo

	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
7/003/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
11/03/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de solido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			

			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua				24h			
			válvulas de pié corroído	entrada de agua				24h			
			empaquetadura húmedo	entrada de agua				24h			
			impulsadores vortex corroído	entrada de agua				24h			
			protección externa oxidado	entrada de agua				24h			
21/03/20 23		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
			impulsor quemado	entrada de agua				24h			
			casco de rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			anillo distanciador oxidado	entrada de agua				24h			
			disco de grasa pegado	entrada de agua				24h			
			anillo stefan desgastado	entrada de agua				24h			
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua				24h			
			empaquetadura rota	entrada de agua				24h			
			tapón de purga oxidado	entrada de agua				24h			
	Recepción de efluente	bomba de transferencia	no se ha cebado la bomba	entrada de agua				24h	16h	512640	256320

28/03/20 23		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua		10:00 0 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua				24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua				24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua				24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua				24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
30/03/20 23	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
		Separación de mezclas	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h			22h

31/03/20 23	solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)		tornillo transportador atascado	exceso de lodo		24h			
			pared del cuenco con lodo	lodo espeso		24h			
			distribuidor de entrada oxidado	humedad		24h			
			puerto de descarga sobrecargado	poca agua		24h			
			tubo de alimento roto	exposició n al sol		24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 39. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Abril

	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
3/04/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
7/04/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de solido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			

			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua			24h				
			válvulas de pié corroído	entrada de agua			24h				
			empaquetadura húmedo	entrada de agua			24h				
			impulsadores vortex corroído	entrada de agua			24h				
			protección externa oxidado	entrada de agua			24h				
20/04/20 23		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
			impulsor quemado	entrada de agua				24h			
			casco de rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			anillo distanciador oxidado	entrada de agua				24h			
			disco de grasa pegado	entrada de agua				24h			
			anillo stefan desgastado	entrada de agua				24h			
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua				24h			
			empaquetadura rota	entrada de agua				24h			
			tapón de purga oxidado	entrada de agua				24h			
	Recepción de efluente	bomba de transferencia	no se ha cebado la bomba	entrada de agua				24h	16h	512640	256320

28/04/20 23		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua		10:00 0 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua				24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua				24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua				24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua				24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
30/04/20 23	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
		Separación de mezclas	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h			22h

31/04/20 23	solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)		tornillo transportador atascado	exceso de lodo		24h			
			pared del cuenco con lodo	lodo espeso		24h			
			distribuidor de entrada oxidado	humedad		24h			
			puerto de descarga sobrecargado	poca agua		24h			
			tubo de alimento roto	exposició n al sol		24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 40. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Mayo

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
10/05/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
9/05/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de solido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			

			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua			24h				
			válvulas de pie corroído	entrada de agua			24h				
			empaquetadura húmeda	entrada de agua			24h				
			impulsadores vortex corroído	entrada de agua			24h				
			protección externa oxidado	entrada de agua			24h				
20/05/20 23		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
			impulsor quemado	entrada de agua				24h			
			casco de rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			anillo distanciador oxidado	entrada de agua				24h			
			disco de grasa pegado	entrada de agua				24h			
			anillo stefan desgastado	entrada de agua				24h			
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua				24h			
			empaquetadura rota	entrada de agua				24h			
			tapón de purga oxidado	entrada de agua				24h			
	Recepción de efluente	bomba de transferencia	no se ha cebado la bomba	entrada de agua				24h	16h	512640	256320

28/05/20 23		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua		10:00 0 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua				24h			
				tuberías PVC desgastados químicamente	entrada de agua				24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua				24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua				24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua				24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua				24h			
96120												
30/05/20 23	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h 24h 24h	23h	736920	32040
		Separación de mezclas	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080

31/05/20 23	solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)		tornillo transportador atascado	exceso de lodo		24h			
			pared del cuenco con lodo	lodo espeso		24h			
			distribuidor de entrada oxidado	humedad		24h			
			puerto de descarga sobrecargado	poca agua		24h			
			tubo de alimento roto	exposició n al sol		24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 41. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Junio

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
5/06/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
8/06/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de solido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			
		separación de lodos	tuberías de presión	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad		11:00 a. m.	12:00	24h	23h	736920	32040
		sensor boya roto	desgaste		24h							

		primera etapa	sensor de boya				p. m.					
13/06/20 23	CLARIFICADORES O TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua		7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520	352440
				sello mecánico quemado	entrada de agua	24h						
				rodajes sobrecargados	entrada de agua	24h						
				bobinas quemadas	entrada de agua	24h						
				rotor recalentado	entrada de agua	24h						
				motor quemado	entrada de agua	24h						
				cableado eléctrico quemado	entrada de agua	24h						
				tapas desgastadas	entrada de agua	24h						
				eje húmedo	entrada de agua	24h						
17/06/20 23			bomba de agua en eje libre	fugas en el sello mecánico	entrada de agua		9:00 a. m.	4:00 p. m.	24h	17h	544680	224280
				ruido en el eje de la bomba	entrada de agua	24h						
				eje dañado por humedad	entrada de agua	24h						
				termostato quemado	entrada de agua	24h						
				fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua	24h						

				válvulas de pié corroído	entrada de agua			24h			
				empaquetadura húmedo	entrada de agua			24h			
				impulsadores vortex corroído	entrada de agua			24h			
				protección externa oxidado	entrada de agua			24h			
22/06/20 23			electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua	8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
				impulsor quemado	entrada de agua			24h			
				casco de rodamientos oxidados	entrada de agua			24h			
				anillo distanciador oxidado	entrada de agua			24h			
				disco de grasa pegado	entrada de agua			24h			
				anillo stefa desgastado	entrada de agua			24h			
				rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua			24h			
				empaquetadura rota	entrada de agua			24h			
				tapón de purga oxidado	entrada de agua			24h			
										288360	
24/06/20 23	Recepción de efluente	bomba de transferencia de agua de diafragma	no se ha cebado la bomba	entrada de agua	7:00 a. m.	3:00 p. m.	24h	16h	512640		
			desgaste de anillos por la oxidación	entrada de agua			24h				256320

			empaquetadura y sellos muy ajustados	entrada de agua			24h				
			válvulas de bola oxidadas	entrada de agua			24h				
			cámara de bombeo tapado	entrada de agua			24h				
			membranas oxidadas	entrada de agua			24h				
			colector de aspiración roto	entrada de agua			24h				
			colector de descarga pegado	entrada de agua			24h				
			motor neumático húmedo	entrada de agua			24h				
26/06/20 23		motor monofásico	estator quemado	entrada de agua		9:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	16h	512640	256320
			placa de bornes húmedo	entrada de agua				24h			
			bobinado quemado	entrada de agua				24h			
			eje oxidado	entrada de agua				24h			
			rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			ventilador desgastado	entrada de agua				24h			
			rotor quemado	entrada de agua				24h			
		tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua				24h	21h	672840	96120

28/06/20 23		Extracción de agua tratada		tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua		10:0 0 a. m.	1:00 p. m.	24h				
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua				24h				
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua				24h				
				bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua							24h
					bridas de placa corroído	entrada de agua							24h
					bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua							24h
				válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua							24h
					válvula compuerta oxidada	entrada de agua							24h
					válvula compuerta oxidada	entrada de agua							24h
29/06/20 23	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		11:00 a. m.	12:0 0 p. m.	24h	23h	736920	32040	
					24h								
					24h								
30/06/20 23		Separación de mezclas solido- liquido de manera	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080	
				tornillo transportador atascado	exceso de lodo				24h				

		continua (alta entrada y salida de solidos)		pared del cuenco con lodo	lodo espeso			24h		
				distribuidor de entrada oxidado	humedad			24h		
				puerto de descarga sobrecargado	poca agua			24h		
				tubo de alimento roto	exposició n al sol			24h		

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 42. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Julio

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
8/07/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
9/07/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de sólido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			

			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua				24h			
			válvulas de pié corroído	entrada de agua				24h			
			empaquetadura húmedo	entrada de agua				24h			
			impulsadores vortex corroído	entrada de agua				24h			
			protección externa oxidado	entrada de agua				24h			
22/07/20 23		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
			impulsor quemado	entrada de agua				24h			
			casco de rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			anillo distanciador oxidado	entrada de agua				24h			
			disco de grasa pegado	entrada de agua				24h			
			anillo stefan desgastado	entrada de agua				24h			
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua				24h			
			empaquetadura rota	entrada de agua				24h			
			tapón de purga oxidado	entrada de agua				24h			
	Recepción de efluente	bomba de transferencia	no se ha cebado la bomba	entrada de agua				24h	16h	512640	256320

28/07/20 23		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua	10:00 0 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	
				tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua			24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua			24h			
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua			24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua			24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua			24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua			24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			
30/07/20 23	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
								24h			
								24h			
		Separación de mezclas	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso	1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080

31/07/20 23	solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)		tornillo transportador atascado	exceso de lodo		24h			
			pared del cuenco con lodo	lodo espeso		24h			
			distribuidor de entrada oxidado	humedad		24h			
			puerto de descarga sobrecargado	poca agua		24h			
			tubo de alimento roto	exposició n al sol		24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 43. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Agosto

	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
1/08/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	rebalsamiento de agua		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
				tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
6/08/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de sólido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
					humedad				24h			
					humedad			24h	23h	736920	32040	

			sensor de boya	tuberías oxidadas/ desgastadas	rebalsamiento de agua		11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h			
13/08/2023	CLARIFICADORES O TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua		7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520	352440
				sello mecánico quemado	entrada de agua	24h						
				rodajes sobrecargados	entrada de agua	24h						
				bobinas quemadas	entrada de agua	24h						
				rotor recalentado	entrada de agua	24h						
				motor quemado	entrada de agua	24h						
				cableado eléctrico quemado	entrada de agua	24h						
				tapas desgastadas	entrada de agua	24h						
				eje húmedo	entrada de agua	24h						
16/08/2023			bomba de agua en eje libre	fugas en el sello mecánico	entrada de agua		9:00 a. m.	4:00 p. m.	24h	17h	544680	224280
				ruido en el eje de la bomba	entrada de agua	24h						
				eje dando por humedad	entrada de agua	24h						
				termostato quemado	entrada de agua	24h						

			eje oxidado	entrada de agua			24h			
			rodamientos oxidados	entrada de agua			24h			
			ventilador desgastado	entrada de agua			24h			
			rotor quemado	entrada de agua			24h			
28/08/2023	Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua		10:00 a. m.	24h	21h	672840	96120
			tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua			24h			
			tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua			24h			
			tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua			24h			
		bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua			24h			
			bridas de placa corroído	entrada de agua			24h			
			bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua			24h			
		válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua			24h			
			válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			

				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h						
30/08/202 3	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifuga do	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso	11:00 a. m.	12:0 0 p. m.	24h	23h	736920	32040			
24h														
24h														
31/08/202 3							tornillo transportador atascado	exceso de lodo	1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
						pared del cuenco con lodo	lodo espeso	24h						
						distribuidor de entrada oxidado	humedad	24h						
						puerto de descarga sobrecargado	poca agua	24h						
			tubo de alimento roto	exposició n al sol	24h									

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 44. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Septiembre

	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
1/09/2023	GRANDES EVENTOS	control de efluente mezclado	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos		mala instalación				24h			
			tablero de control eléctrico		humedad				24h			
9/09/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de sólido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgaste	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas		humedad				24h			

			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua				24h			
			válvulas de pie corroido	entrada de agua				24h			
			empaquetadur a humedo	entrada de agua				24h			
				entrada de agua				24h			
				entrada de agua				24h			
21/09/2023		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua				24h	15h	480600	
				entrada de agua				24h			
				entrada de agua				24h			
				entrada de agua				24h			
			disco de grasa pegado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h			
				entrada de agua				24h			
				entrada de agua				24h			
			empaquetadur a rota	entrada de agua				24h			
				entrada de agua				24h			
					bomba de transferencia		entrada de agua				

28/09/2023		Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua				24h	21h	672840	96120						
					entrada de agua			24h										
					entrada de agua			24h										
					entrada de agua			24h										
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua		10:00 a. m.	1:00 p. m.	24h									
					entrada de agua				24h									
					entrada de agua				24h									
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua				24h									
					entrada de agua				24h									
					entrada de agua				24h									
			30/09/2023	CENTRIFUGADOR	Separación de mezclas solido-liquido de manera continua (alta entrada y	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad					11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040
													24h					
			24h															
30/09/2023			decanter centrifugado		pared del cuenco con lodo	lodo espeso				24h	22h	704880	64080					
						exceso de lodo		1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h								
						lodo espeso				24h								

		salida de solidos)		puerto de descarga sobrecargado	humedad			24h		
					poca agua			24h		
					exposició n al sol			24h		

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 45. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Octubre

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

Fecha	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
1/10/2023	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad	✓	7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación	✓			24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	✓			24h			
12/10/2023	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	✓	2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad	✓			24h			

			cámara de bombeo tapado	entrada de agua	✓			24h			
			membranas oxidadas	entrada de agua	✓			24h			
			colector de aspiración roto	entrada de agua	✓			24h			
			colector de descarga pegado	entrada de agua	✓			24h			
			motor neumático húmedo	entrada de agua	✓			24h			
26/10/2023		motor monofásico	estator quemado	entrada de agua	✓	9:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	16h	512640	
			placa de bornes húmedo	entrada de agua	✓			24h			
			bobinado quemado	entrada de agua	✓			24h			
			eje oxidado	entrada de agua	✓			24h			
			rodamientos oxidados	entrada de agua	✓			24h			
			ventilador desgastado	entrada de agua	✓			24h			
			rotor quemado	entrada de agua	✓			24h			
28/10/2023	Extracción de agua tratada	tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua	✓	10:00 a. m.	1:00 p. m.	24h	21h	672840	96120
			tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua	✓			24h			
			tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua	✓			24h			

				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua	✓			24h				
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua	✓			24h				
				bridas de placa corroído	entrada de agua	✓			24h				
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua	✓			24h				
				válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua	✓			24h			
			válvula compuerta oxidada		entrada de agua	✓			24h				
			válvula compuerta oxidada		entrada de agua	✓			24h				
30/10/2023	CENTRIFUGADO	Control del decanter centrifugado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	✓	11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040	
						✓			24h				
						✓			24h				
31/10/2023		Separación de mezclas solido- liquido de manera continua (alta entrada y salida de solidos)	decanter centrifugado		caja de cambios quemado	lodo espeso	✓	1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
					tornillo transportador atascado	exceso de lodo	✓			24h			
					pared del cuenco con lodo	lodo espeso	✓			24h			
					distribuidor de entrada oxidado	humedad	✓			24h			
					puerto de descarga sobrecargado	poca agua	✓			24h			
					tubo de alimento roto	exposición al sol	✓			24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 46. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Noviembre

 ASSERMEDAMB ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
1/11/2022	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
9/11/2022	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de separación de sólido	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			
		separación de lodos	tuberías de presión	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad		11:00 a. m.	12:00	24h	23h	736920	32040
		sensor boya roto	desgaste		24h							

		primera etapa	sensor de boya				p. m.					
13/11/2022	CLARIFICADORES O TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua		7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520	352440
				sello mecánico quemado	entrada de agua	24h						
				rodajes sobrecargados	entrada de agua	24h						
				bobinas quemadas	entrada de agua	24h						
				rotor recalentado	entrada de agua	24h						
				motor quemado	entrada de agua	24h						
				cableado eléctrico quemado	entrada de agua	24h						
				tapas desgastadas	entrada de agua	24h						
				eje húmedo	entrada de agua	24h						
16/11/2022			bomba de agua en eje libre	fugas en el sello mecánico	entrada de agua		9:00 a. m.	4:00 p. m.	24h	17h	544680	224280
				ruido en el eje de la bomba	entrada de agua	24h						
				eje dañado por humedad	entrada de agua	24h						
				termostato quemado	entrada de agua	24h						
				fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua	24h						

				válvulas de pié corroído	entrada de agua			24h				
				empaquetadura húmedo	entrada de agua			24h				
				impulsadores vortex corroído	entrada de agua			24h				
				protección externa oxidado	entrada de agua			24h				
21/11/20 22			electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua		8:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	15h	480600	
				impulsor quemado	entrada de agua				24h			
				casco de rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
				anillo distanciador oxidado	entrada de agua				24h			
				disco de grasa pegado	entrada de agua				24h			
				anillo stefa desgastado	entrada de agua				24h			
				rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua				24h			
				empaquetadura rota	entrada de agua				24h			
				tapón de purga oxidado	entrada de agua				24h			
24/11/20 22	Recepción de efluente	bomba de transferencia de agua de diafragma	no se ha cebado la bomba	entrada de agua		7:00 a. m.	3:00 p. m.	24h	16h	512640		
			desgaste de anillos por la oxidación	entrada de agua				24h				288360

			empaquetadura y sellos muy ajustados	entrada de agua				24h			
			válvulas de bola oxidadas	entrada de agua				24h			
			cámara de bombeo tapado	entrada de agua				24h			
			membranas oxidadas	entrada de agua				24h			
			colector de aspiración roto	entrada de agua				24h			
			colector de descarga pegado	entrada de agua				24h			
			motor neumático húmedo	entrada de agua				24h			
26/11/20 22		motor monofásico	estator quemado	entrada de agua		9:00 a. m.	5:00 p. m.	24h	16h	512640	256320
			placa de bornes húmedo	entrada de agua				24h			
			bobinado quemado	entrada de agua				24h			
			eje oxidado	entrada de agua				24h			
			rodamientos oxidados	entrada de agua				24h			
			ventilador desgastado	entrada de agua				24h			
			rotor quemado	entrada de agua				24h			
		tuberías	tuberías de presión desgastadas	entrada de agua				24h	21h	672840	96120

28/11/20 22		Extracción de agua tratada		tuberías galvanizadas oxidadas	entrada de agua	10:00 a. m.	1:00 p. m.	24h			
				tuberías eléctricas oxidadas	entrada de agua			24h			
				tuberías pvc desgastados químicamente	entrada de agua			24h			
			bridas	bridas de unión oxidado	entrada de agua			24h			
				bridas de placa corroído	entrada de agua			24h			
				bridas junta de solpa oxidado	entrada de agua			24h			
			válvulas	válvula mariposa rota	entrada de agua			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			
				válvula compuerta oxidada	entrada de agua			24h			
30/11/20 22	CENTRIFUGAD O	Control del decanter centrifugado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad	11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h 24h 24h	23h	736920	32040
30/11/20 22		Separación de mezclas solido-liquido de manera	decanter centrifugado	caja de cambios quemado	lodo espeso	1:00 p. m.	3:00 p. m.	24h 24h	22h	704880	64080

		continua (alta entrada y salida de solidos)		pared del cuenco con lodo	lodo espeso			24h		
				distribuidor de entrada oxidado	humedad			24h		
				puerto de descarga sobrecargado	poca agua			24h		
				tubo de alimento roto	exposició n al sol			24h		

Fuente: Registro de costos de mantenimiento en planta Assermedamb

Tabla 47. Área de mantenimiento, fallas y materia prima pérdida en Lt/Día Mes de Diciembre

	TURNOS ROTATIVOS	M - T - N	OBSERVACIÓN
	TÉCNICO DE PTAR	EDGAR FLORES CORREA	HORAS ESTABLECIDAS PARA MANTENIMIENTO - NO MODIFICABLE

FECHA	ÁREA	Función	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE RECEPCIÓN	HORAS PRODUCTIVAS	MATERIA PRIMA NO TRATADA (LT)	PÉRDIDA DE MATERIA PRIMA (LT)
6/12/2022	GRANDES EVENTOS	recepción de efluente	tuberías	tubería oxidada	humedad		7:30 a. m.	09:30	24h	22h	704880	64080
			rejilla de lodos	rejillas desoldadas/rotas	mala instalación				24h			
		control de efluente mezclado	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad				24h			
9/12/2022	SEDIMENTADOR	Control de efluente en proceso de	tablero de control eléctrico	tablero de control roto/desgastado	humedad		2:00 p. m.	4:00 p. m.	24h	22h	704880	64080
			tuberías galvanizadas	tuberías oxidadas/desgastadas	humedad				24h			

		separación de sólido										
		separación de lodos primera etapa	tuberías de presión	tuberías oxidadas/ desgastadas	humedad	11:00 a. m.	12:00 p. m.	24h	23h	736920	32040	
			sensor de boya	sensor boya roto	desgaste			24h				
13/12/2022	CLARIFICADORES O TANQUES DE SEDIMENTACIÓN	Bombeo de agua	bombas centrífugas	rodamientos desgastados	entrada de agua	7:00 a. m.	6:00 p. m.	24h	13h	416520		
				sello mecánico quemado	entrada de agua			24h				
				rodajes sobrecargados	entrada de agua			24h				
				bobinas quemadas	entrada de agua			24h				
				rotor recalentado	entrada de agua			24h				
				motor quemado	entrada de agua			24h				
				cableado eléctrico quemado	entrada de agua			24h				
				tapas desgastadas	entrada de agua			24h				
				eje húmedo	entrada de agua			24h				
16/12/2022		bomba de agua en eje libre	fugas en el sello mecánico	entrada de agua	9:00 a. m.	4:00 p. m.	24h	17h	544680	224280		
			ruido en el eje de la bomba	entrada de agua			24h					
			eje dañado por humedad	entrada de agua			24h					

			termostato quemado	entrada de agua			24h		
			fugas en la tubería de aspiración	entrada de agua			24h		
			válvulas de pie corroído	entrada de agua			24h		
			empaquetadura húmedo	entrada de agua			24h		
			impulsadores vortex corroído	entrada de agua			24h		
			protección externa oxidado	entrada de agua			24h		
21/12/2022		electro bomba sumergible	motor quemado	entrada de agua	8:00 a. m	5:00 p. m	24h	15h	480600
			impulsor quemado	entrada de agua			24h		
			casco de rodamientos oxidados	entrada de agua			24h		
			anillo distanciador oxidado	entrada de agua			24h		
			disco de grasa pegado	entrada de agua			24h		
			anillo stefa desgastado	entrada de agua			24h		
			rodamiento de bolas corroídos	entrada de agua			24h		
			empaquetadura rota	entrada de agua			24h		
			tapón de purga oxidado	entrada de agua			24h		288360

24/12/2022	Recepción de efluente	bomba de transferencia de agua de diafragma	no se ha cebado la bomba	entrada de agua	7:00 a. m	3:00 p. m	24h	16h	512640	256320
			desgaste de anillos por la oxidación	entrada de agua			24h			
			empaquetadura y sellos muy ajustados	entrada de agua			24h			
			válvulas de bola oxidadas	entrada de agua			24h			
			cámara de bombeo tapado	entrada de agua			24h			
			membranas oxidadas	entrada de agua			24h			
			colector de aspiración roto	entrada de agua			24h			
			colector de descarga pegado	entrada de agua			24h			
			motor neumático húmedo	entrada de agua			24h			
			26/01/2022	Recepción de efluente			motor monofásico			
placa de bornes húmedo	entrada de agua	24h								
bobinado quemado	entrada de agua	24h								
eje oxidado	entrada de agua	24h								
rodamientos oxidados	entrada de agua	24h								
ventilador desgastado	entrada de agua	24h								
rotor quemado	entrada de agua	24h								

31/12/2022	mezclas solidoliquidode manera continua (alta entrada y salida de solidos)	decanter centrifugado	tornillo transportador atascado	exceso de lodo	1:00 p. m	3:00 p. m	24h			
			pared del cuenco con lodo	lodo espeso			24h			
			distribuidor de entrada oxidado	humedad			24h			
			puerto de descarga sobrecargado	poca agua			24h			
			tubo de alimento roto	exposición al sol			24h			

Fuente: Registros de costos de mantenimiento en planta Assermedamb.

Tabla 48. Check List

D T N		Trujillo 2023		CHECK LIST DE MANTENIMIENTO		
		Para la mejora del sistema de control	 ASSERMEDAMB <small>ASESORIA Y SERVICIOS PARA EL MEDIO AMBIENTE</small>	AREA: PLANTA	Rev:	
				TECNICO: EDGAR FLORES CORREA	Fecha: 11/10/23	
				Fecha: 11/10/2023		
PLANIFICACIÓN	ITEM	PLANIFICACIÓN			SI	NO
	1	Realizar una serie de documentos a todos los equipos				X
	2	Realizar capacitación y formación del uso del sistema			X	
	3	Realizar políticas y practicas			X	
	4	Proyectar un área con sus dimensiones establecidas				X
	5	Presentar una programación de las maquinas no disponibles				X
	6	Planificar con anticipación la instalación a realizar en planta para un buen funcionamiento			X	
EJECUCIÓN						
EJECUCIÓN	7	Gestiona cumplir los parámetros de sistema de control			X	
	8	Gestiona prevenir retrasos en planta por parada en falla de equipos				X
	9	Gestiona a tiempo los repuestos para las fallas			X	
	10	Gestiona una correcta estrategia de los equipos, materiales, entre otros...				X
	11	Gestiona en mantener un área limpia y ordenada				X
	12	Gestiona en organizar y predominar las fallas.				X
	13	Realiza apropiadamente un registro de datos actualizados				X
Control						
CONTROL	14	Controla un orden en el personal (operarios)				X
	15	Dispone de fichas de los equipos con constancia de la vida útil				X
	16	Posee un respaldo de información de la data de los equipos				X
	17	Posee indicadores correctos en sistema de control			X	
	18	Controla en dar seguimiento los repuestos de maquinas				X
TOTAL:				6	12	

Elaboración propia

Tabla 49. Resultados del check list

RESULTADOS DEL CHECKLIST			
T	FASES	SI	NO
18	PLANIFICACIÓN	3	3
	EJECUCIÓN	2	5
	CONTROL	1	4

Elaboración propia

Tabla 50. Matriz de Correlación

MATRIZ DE CORRELACIÓN															
ÍTEMS	6M	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	CANTIDAD DE RELEVANCÍA
C1	MATERIALES	Falta de recursos tecnológicos	5	0	0	2	5	5	5	5	0	0	0	0	22
C2		usos inadecuados de inventarios en la demora en tiempo de llegada de los r y p	0	5	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	8
C3	MAQUINARIA	Fallas por un ineficiente mantenimiento	0	0	5	0	0	0	5	0	5	0	0	0	10
C4		Maquina en mal estado	2	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	17
C5	METODOS	Mala optimización de recursos	0	5	0	0	5	5	5	3	0	0	0	0	18
C6		Procedimientos no estandarizados	0	0	0	0	5	5	5	3	0	0	0	0	13
C7	MEDICIÓN	Falta de automatización en los tanques de sedimentación	5	0	0	5	5	5	5	5	0	0	0	5	30
C8		Falta de indicadores actualizado	5	0	0	5	3	2	5	5	0	0	0	0	20
C9	MEDIO AMBIENTE	Máquinas y herramientas en lugares no adecuados	0	0	0	0	5	0	0	1	5	0	0	0	6
C10		Falta de orden y servicios	2	0	0	5	5	0	5	0	0	5	0	0	17
C11	MANO DE OBRA	Personal no capacitado en equipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
C12		Confusión en roles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
TOTAL															171

Elaboración propia

Tabla 51. Tabla de Frecuencia

CAUSAS	Puntaje RELATIVO	% RELATIVO	% ABSOLUTO
Falta de automatización en los tanques de sedimentación	30	17.54%	17.54%
Falta de recursos tecnológicos	22	12.87%	30.41%
Falta de indicadores actualizados	20	11.70%	42.11%
Mala optimización de recursos	18	10.53%	52.63%
Falta de orden y servicios	17	9.94%	62.57%
Maquinas en mal estado	17	9.94%	72.51%
Procedimientos no estandarizados	13	7.60%	80.12%
Fallas por un ineficiente mantenimiento	10	5.85%	85.96%
usos inadecuados de inventarios en la demora en tiempo de llegada de los r y p	8	4.68%	90.64%
Maquinaria y herramientas en lugares no adecuados	6	3.51%	94.15%
Personal no capacitado	5	2.92%	97.08%
Confusión de roles	5	2.92%	99.11%
Total	171	100.00%	100.00%

Elaboración propia

Tabla 52. Tabla de criterios y alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN				TOT AL
	SALUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE LA APLICACIÓN	FACILIDAD DE LA APLICACIÓN TIEMPO DE LA APLICACIÓN	TIEMPO DE LA APLICACIÓN	
Sensor ultrasónico Echo Trek ST/SB 400	2	2	2	2	8
SENSOR DE BOYAH	2	1	2	1	6
LLAVE MARIPOSA	0	0	1	1	2
NO BUENO (0) - BUENO (1) - MUY BUENO (2)					
LOS CRITERIOS SE ESTABLECIERON CON LOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA					

Elaboración propia

Tabla 53. Encuesta

5	4	3	2	1
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni en desacuerdo ni de acuerdo	En desacuerdo	Totalmente desacuerdo

N.º	Ítems	5	4	3	2	1
1	¿El derrame de efluente les afecta diariamente?					
2	¿El derrame de efluente les causa enfermedades ocupacionales?					
3	¿Considera que los tanques de sedimentación les provoca un riesgo alto al desbordarse?					
4	¿El desborde de efluente de los tanques de sedimentación causa riesgo eléctrico al llegar al centro de control?					
5	¿Considera que los procesos están actualmente desactualizados?					
6	¿Considera que no se cumplen las normas de seguridad de la empresa?					
7	¿Considera que la falta de personal provoca un difícil control de los tanques de sedimentación?					
8	¿Considera los tanques no cumplen con las medidas exactas en cuanto a volumen de caudal?					
9	¿Considera que la implementación de un Rediseño de sistema de sensores ayudará al control exacto de efluente de acuerdo a su nivel de llenado?					
10	¿Le gustaría que se implemente los sensores automatizados para el control de los tanques?					
11	¿considera que los sensores serán aún más fáciles de manipular mediante wifi o bluetooth?					
12	¿Considera que la automatización de los tanques evitará que se desborde los efluentes?					
13	¿Considera que la automatización reducirá los tiempos de operación de planta?					
14	¿Considera que los sensores deberían también implementarse en otras áreas de planta?					
15	¿Considera que la automatización de los tanques de sedimentación mediante sensores de manera automática, logrará reducir tiempos, daños en planta, cortos circuitos, elevar la seguridad y bienestar ocupacional?					

Fuente: elaboración propia

Anexo 9: Tabla de desarrollo de encuesta

PREGUNTAS	PUNTUACIÓN DE ALTERNATIVAS				
	TOTALMENTE DESACUERDO	DESACUERDO	NI EN DEACUERDO	DEACUERDO	TOTALMENTE DEACUERDO
ENTREVISTADOS: 9 OPERARIOS					
1. ¿El derrame de efluente les afecta diariamente?				66,7%	33,3%
2. ¿El derrame de efluente les causa enfermedades ocupacionales?				44,4%	55,6%
3. ¿Considera que los tanques de sedimentación les provoca un riesgo alto al desbordarse?				44,4%	55,6%
4. ¿El desborde de efluente de los tanques de sedimentación causa riesgo eléctrico al llegar al centro de control?				11,1%	88,9%
5. ¿Considera que los procesos están actualmente desactualizados?		11,1%	22,2%	33,3%	33,3%
6. ¿Considera que no se cumplen las normas de seguridad de la empresa?	44,4%	44,4%	11,1%		
7. ¿Considera que la falta de personal provoca un difícil control de los tanques de sedimentación?			11,1%	55,6%	33,3%
8. ¿Considera que los tanques no cumplen con las medidas exactas en cuanto a volumen de caudal?		22,2%		66,7%	11,1%
9. ¿Considera que la implementación de un sistema de sensores ayudará al control exacto de efluente de acuerdo a su nivel de llenado?				66,7%	33,3%
10. ¿Le gustaría que se implemente los sensores automatizados para el control de los tanques de sedimentación?				11,1%	88,9%
11. ¿considera que los sensores serán aún más fáciles de manipular mediante wifi o bluetooth?				66,7%	33,3%
12. ¿Considera que la automatización de los tanques de sedimentación evitará que se desborde los efluentes?				55,6%	44,4%
13. ¿Considera que la automatización reducirá los tiempos de operación de planta?				44,4%	55,6%
14. ¿Considera que los sensores deberían también implementarse en otras áreas de planta?					100%
15. ¿Considera que la automatización de los tanques de sedimentación mediante sensores de manera automática, logrará reducir tiempos, daños en planta, cortos circuitos, elevar la seguridad y bienestar ocupacional?				44,4%	55,6%

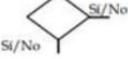
Tabla 54. Medidas exactas dentro del plano de cada área y sus procesos

AREA	PROCESO	ÁREA	PROFUNDIDAD	RADIO
Grandes Eventos	Sedimentación de lodos	366.26	-2.50	
Sedimentación o lagunas con Mamparas	Laguna de recibimiento de líquidos	225.92	-3.00	
Tanque de efluente 1	Tratamiento de líquidos	176.32	-1.80	14.98
Tanque de efluente 2	Tratamiento de líquidos	176.32	-1.80	14.98
Poza de Recirculación 1.1	Tratamiento de lodos restantes	86.48	-1.70	
Poza de Recirculación 1.2	Tratamiento de lodos restantes	86.48	-1.70	
Poza de recirculación 2.1	Mezcla de lodos	86.48	-1.70	
Poza de recirculación 2.2	Mezcla de lodos	86.48	-1.70	
Centrifuga Decanter	Centrífuga	61.16		

Elaboración propia

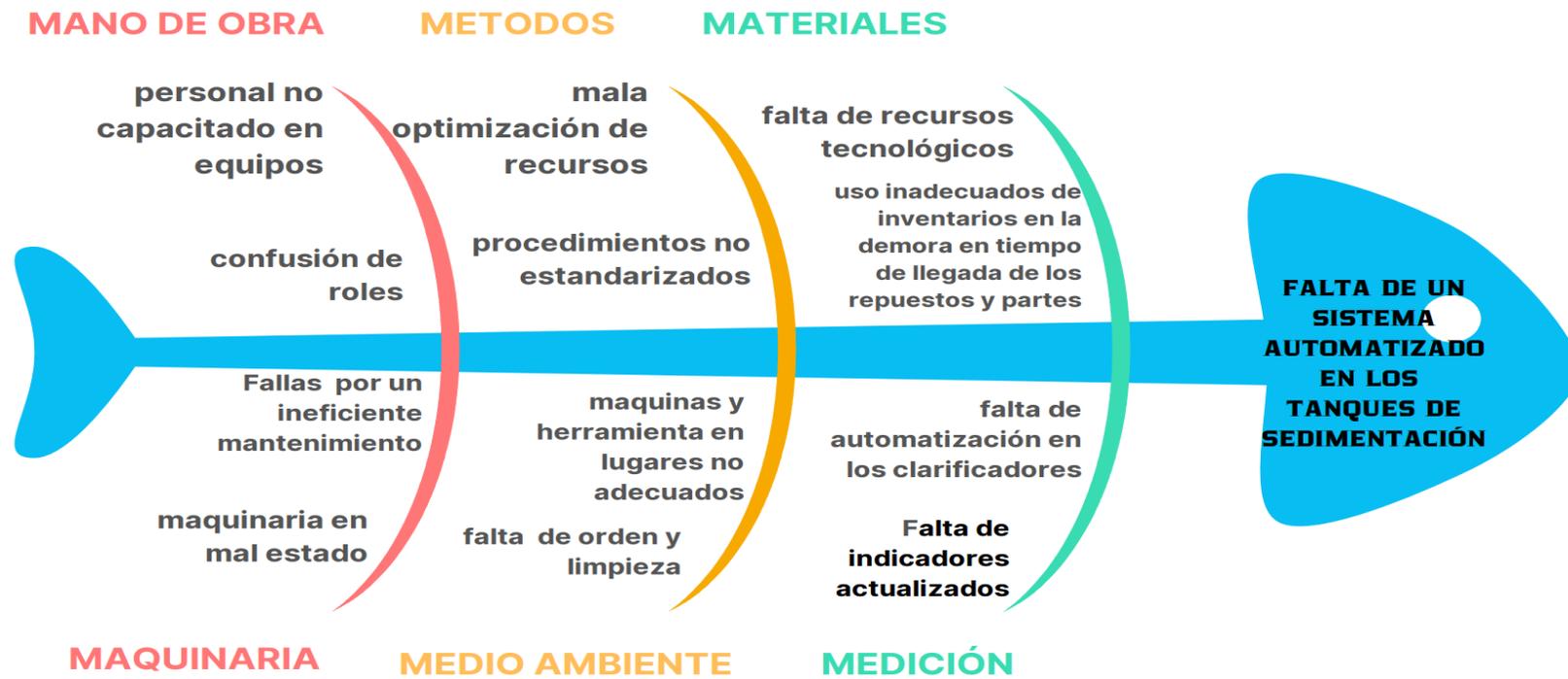
Anexo B: FIGURAS

figura 26. Simbología ISO que se representó en el diagrama de flujo

Símbolo	Significado
	Operación
	Operación e Inspección
	Inspección y Medición
	Transporte
	Entrada de bienes
	Almacenamiento
	Decisión
	Líneas de flujo
	Demora
	Conector
	Conector de página

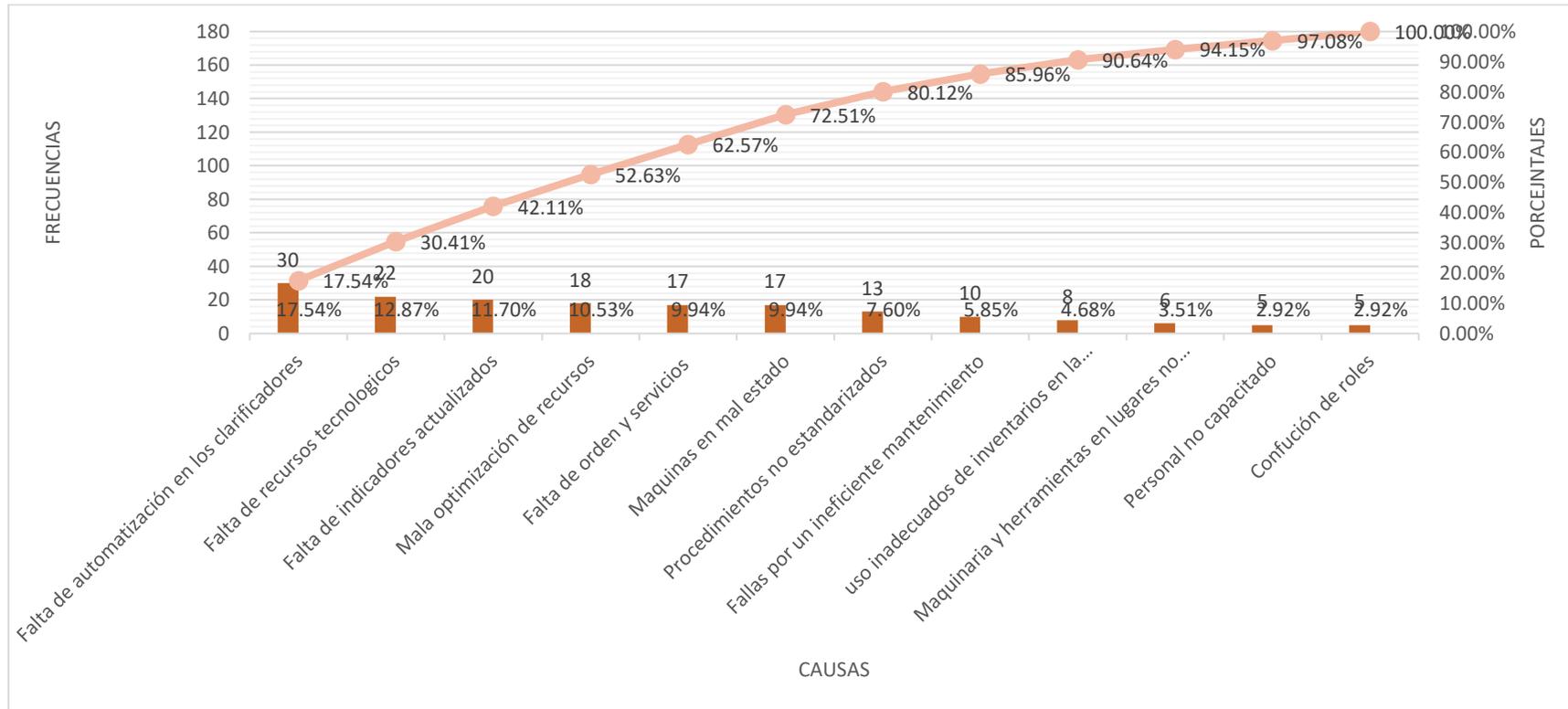
Fuente: Elaboración a partir de la página <http://www.iso.org/iso/home.htm>

figura 27. Diagrama de Ishikawa de planta



Elaboración propia del diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto) 2023

Figura 28. Diagrama de Pareto



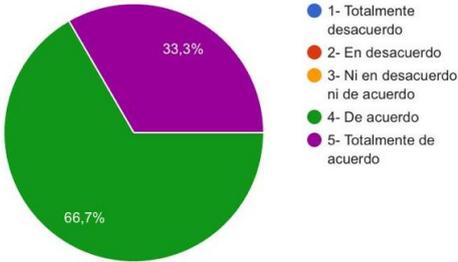
Fuente: Elaboración propia

figura 29. Estadísticas de resultados de las preguntas más fundamentales.

1. ¿El derrame de efluente les afecta diariamente?

 Copiar

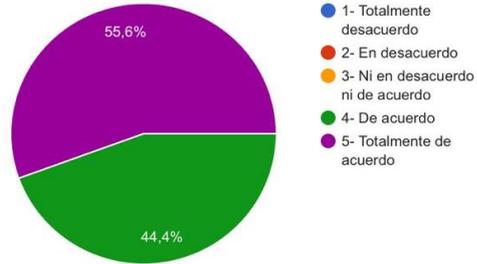
9 respuestas



2. ¿El derrame de efluente les causa enfermedades ocupacionales?

 Copiar

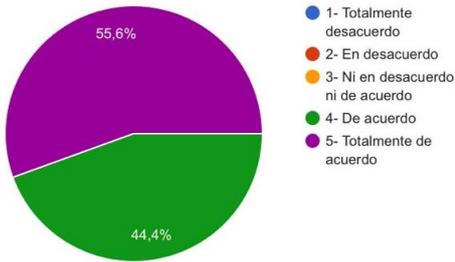
9 respuestas



3. ¿Considera que los tanques de sedimentación les provoca un riesgo alto al desbordarse?

 Copiar

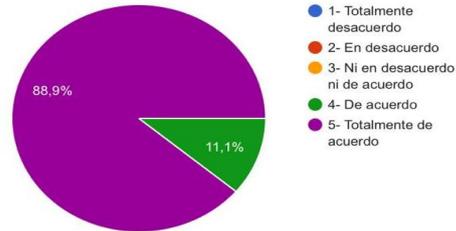
9 respuestas



4. ¿El desborde de efluente de los tanques de sedimentación causa riesgo eléctrico al llegar al centro de control?

 Copiar

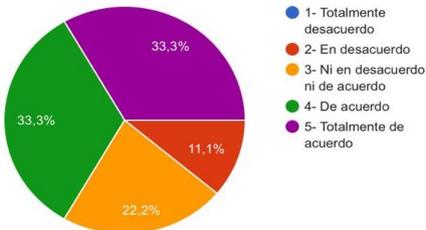
9 respuestas



5. ¿Considera que los procesos están actualmente desactualizados?

 Copiar

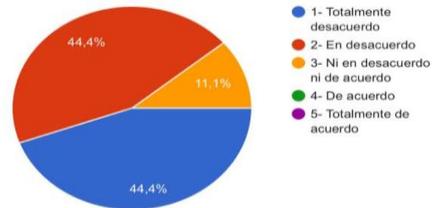
9 respuestas



6. ¿Considera que no se cumplen las normas de seguridad de la empresa?

 Copiar

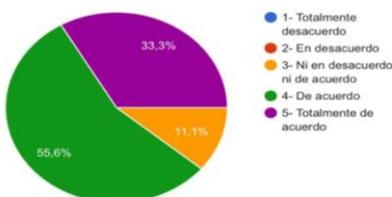
9 respuestas



7. ¿Considera que la falta de personal provoca un difícil control de los tanques de sedimentación?

 Copiar

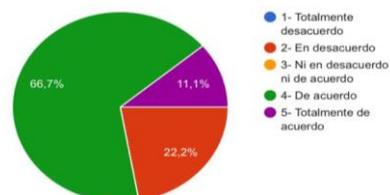
9 respuestas



8. ¿Considera que no se cumplen las medidas exactas en cuanto a volumen de caudal?

 Copiar

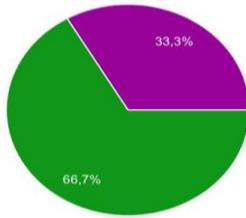
9 respuestas



9. ¿Considera que el Rediseño de un sistema de sensores ayudará al control exacto de efluente de acuerdo a su nivel de llenado?

Copiar

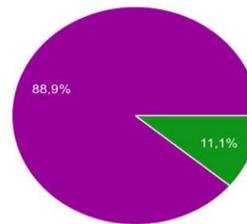
9 respuestas



10. ¿Le gustaría que se Rediseñe un sistema de control de los sensores automatizados para el control de los tanques de sedimentación ?

Copiar

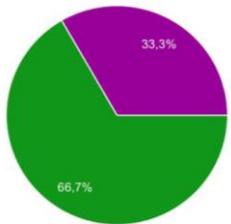
9 respuestas



11. ¿considera que los sensores serán aún más fáciles de manipular mediante wifi o bluetooth?

Copiar

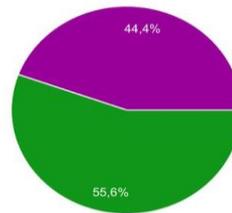
9 respuestas



12. ¿Considera que la automatización en los tanques de sedimentación evitará que se desborde los efluentes?

Copiar

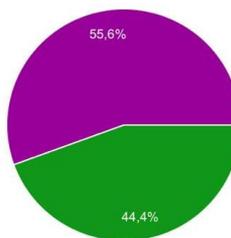
9 respuestas



13. ¿Considera que la automatización reducirá los tiempos de operación de planta?

Copiar

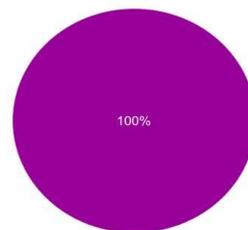
9 respuestas



14. ¿Considera que los sensores deberían también implementarse en otras áreas de planta?

Copiar

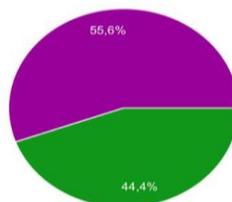
9 respuestas



15. ¿Considera que la automatización en los tanques de sedimentación mediante sensores de manera automática, logrará reducir tiempos, daños en planta, cortos circuitos, elevar la seguridad y bienestar ocupacional?

Copiar

9 respuestas



INSTRUMENTO 9: distancia de la onda del sonido del sensor

Ecuación 21. Distancia de la onda del sonido del sensor

Distancia medida:

$$D = \frac{C \times T}{2}$$

tiempo medido:

$$t = 2 \frac{d}{v}$$

INSTRUMENTO 10: registro del caudal y formula



FORMULA DEL CAUDAL A UTILIZAR

Formula volumétrico

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

Formula velocidad/superficie

$$Q = A \cdot V$$

INSTRUMENTO 11 – Tanque de sedimentación



Fuente: elaboración propia

Ecuación 22. Volumen y área (Tanque de sedimentación)

FORMULAS PARA MEDIR EL CALRIFICADOR MEDAINTE SU VOLUMEN Y ÁREA

Volumen del tanque de sedimentación:

$$V_{\text{tanque de sedimentación}} = A_{\text{tanque m}^2} \times \text{ALTURA m}$$

Área total del tanque de sedimentación:

$$\text{Area} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

ANEXO C: DOCUMENTOS

Anexo C1. Autorización de la empresa para el desarrollo de tesis.

ACTA DE ACCESO A INFORMACION PARA DESARROLLO DE TESIS

AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO TESIS

Por medio del presente documento, yo **Juan Francisco Merkt Lujan**, identificado con DNI N° **44197765** y representante legal de la empresa **ASSERMEDAMB E.I.R.L** con RUC N° **20535791326**, autorizo y hago conocimiento que la Srta. Sánchez Acate, Mónica Nayely y el Sr. Parimango Delgado, Billy Steven, identificados con DNI N° 73309486 Y 70258292 de la carrera profesional de Ingeniería Industrial a realizar y a difundir los resultados de la investigación utilizando el nombre de la empresa en mención.

La empresa se compromete a brindarle el acceso y autoriza de a ser conveniente publicar los resultados de investigación con su respectiva mención.

Es potestad del estudiante aplicar sus diferentes conocimientos en el desarrollo del trabajo a realizar.

Así mismo, la empresa exige se le haga llegar una copia del trabajo realizado como prueba del buen uso de los datos recogidos.

Para dar fe del acuerdo se firma el siguiente documento:



Juan Merkt Lujan
GERENTE GENERAL
ASSERMEDAMB E.I.R.L
DNI 44197765

JUAN MERKT LUJAN
Gerente General
ASESORAMIENTO Y SERVICIOS
PARA EL MEDIO AMBIENTE
Ruc 20535791326

Estudiantes:



BILLY STEVEN PARIMANGO DELGADO
DNI 70258292
ESTUDIANTE



Sánchez Acate, Mónica Nayely
DNI 73309486
ESTUDIANTE

Anexo C2: Validación de instrumentos

Figura 30. Juicio de experto 1

Constancia de Validación

Yo Miguel Angel Saenz Echevarria Con N° DNI 41112845 De profesión Ingeniero Mecánico Con código CIP 110878 Desempeñándome actualmente como Lider de Servicio en la empresa Confipetrol Andina S.A.

Por este medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos la investigación titulada "Implementación de un sistema de sensores automatizados para el control de los clarificadores de la Empresa ASSERMEDAMB, TRUJILLO 2023" desarrollado por los estudiantes Parimango Delgado, Billy Steven y Sanchez Acate Monica Nayely.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de ítems					X
2. Amplitud de contenido					X
3. Redacción de los ítems					X
4. Pertinencia					X
5. Metodología					X
6. Coherencia					X
7. Organización					X
8. Objetividad					X
9. Claridad					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el díade mes de Julio del 2023


Firma

Tener mi título universitario y darle todo a mis padres es mi sueño más anhelado.

Figura 31. Juicio de experto 2

Constancia de Validación

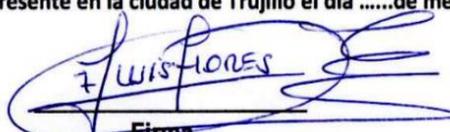
Yo Luis Armando Flores Gonzales Con N° DNI 44439376 De profesión Ingeniero Mecánico Con código CIP 255790 Desempeñándome actualmente como Supervisor de Mantenimiento en la empresa Confipetrol Andino S.A

Por este medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos la investigación titulada "Implementación de un sistema de sensores automatizados para el control de los clarificadores de la Empresa ASSERMEDAMB, TRUJILLO 2023" desarrollado por los estudiantes Parimango Delgado, Billy Steven y Sanchez Acate Monica Nayely.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de ítems					X
2. Amplitud de contenido					X
3. Redacción de los ítems					X
4. Pertinencia					X
5. Metodología					X
6. Coherencia					X
7. Organización					X
8. Objetividad					X
9. Claridad					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el díade mes de Julio del 2023


Firma

Tener mi título universitario y darle todo a mis padres es mi sueño más anhelado.

Figura 32. Juicio de experto 3

Constancia de validación

Yo Fiorela Sugely Terrones Céspedes con N° de DNI 70545825 de profesión Ingeniera Industrial con código CIP 223558 Desempeñándome actualmente como Supervisora en Seguridad y Salud en el Trabajo en la empresa Acruta & Tapia Ingenieros S.A.C.

Por este medio de la presente hago constar que e revisado con fines d validación de instrumentos la investigación titulada Rediseño de un sistema de control automatizado en los tanques de sedimentación para reducir costos de mantenimiento en la empresa Assermedamb, Trujillo 2023” desarrollado por los estudiantes Parimango Delgado, Billy Steven y Sanchez Acate, Mónica Nayely.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de ítems					X
2. Amplitud de contenido					X
3. Redacción de los Ítems					X
4. Pertinencia					X
5. Metodología					X
6. Coherencia					X
7. Organización					X
8. Objetividad					X
9. Claridad					X



Fiorela Sugely Terrones Céspedes
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 223558

Firma