

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL
CENTRO DE BENEFICIO MARÍA DE FÁTIMA DEL DISTRITO DE LA
VICTORIA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORA

MILAGROS AYME MESTANZA ALTAMIRANO

ASESORA

MGTR. MARTHA ELINA TESÉN ARROYO

Chiclayo, 2019

RESUMEN

El Centro de Beneficio María de Fátima del distrito de La Victoria tiene un consumo elevado de agua en el proceso de faenado, falta de control en el uso de agua de la etapa de lavado, uso de agua residual en el proceso y vertimiento del efluente sin previo tratamiento, además de contar con operarios no capacitados sobre el proceso productivo, lo cual conlleva a un impacto ambiental negativo de -189. Ante lo expuesto, se tiene como objetivo elaborar una propuesta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo. Siendo de beneficio para la empresa, evitaría multas, sanciones o el posible cierre del establecimiento. Se realizó el diagnóstico del proceso productivo y cantidad de agua residual generada, utilizando diagramas de flujo del proceso y el balance de materia; así mismo, se determinó mediante un análisis físico-químico que las características del efluente (DBO₅: 2 100 mg/l, DQO: 3 870 mg/l, SST: 1 120 mg/l, pH: 7,42 y 45 °C de temperatura) se encontraban fuera de los LMP con excepción del pH. Se evaluó como sistema de tratamiento más adecuado el Sistema DAF, el cual tiene una eficiencia de remoción de 89,219% en DBO₅, 91% en DQO y 83% en SST en condiciones optimizadas. Finalmente, después de elaborar la propuesta de diseño del sistema de tratamiento, se realizó un análisis costo-beneficio y ambiental, el cual indica que la inversión realizada se recupera en 67 días con un B/C de S/ 7,013, Además, disminuye el impacto ambiental negativo en 22,222%.

PALABRAS CLAVES:

Aguas residuales, Centro de beneficio, sistema DAF, impacto ambiental.

ABSTRACT

The Benefit Center María de Fátima of district of La Victoria has a high consumption of water in the dressing process, lack of control in the use of water from the washing stage, use of wastewater in the process and effluent shedding without previous treatment, besides having untrained workers about the productive process, which leads to a negative environmental impact of -189. Given the exposed, is aimed at to elaborate a proposal of wastewater treatment with the purpose of reduce the negative environmental impact. Being of the benefit to the company, would avoid fines, penalties or possible closure of the establishment. The diagnosis of the productive process and amount of wastewater generated was made, using process flow diagrams and the material balance; likewise, it was determined through a physical-chemical analysis that the characteristics of the effluent (BOD₅: 2 100 mg / l, COD: 3 870 mg / l, SST: 1 120 mg / l, pH: 7,42 and 45 °C of temperature) were outside the PML with the exception of pH. The DAF System was evaluated as the most appropriate treatment system, which has a removal efficiency of 91% in BOD₅ - COD and 83% in SST under optimized conditions. Finally, after elaborating the design proposal for the treatment system, a cost-benefit and environmental analysis was carried out, which indicates that the investment made is recovered in 67 days and the negative environmental impact was reduced by 22,222%.

KEYWORDS:

Wastewater, profit center, DAF system, environmental impact.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	2
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes del problema	11
2.2. Bases teórico Científicas	13
2.2.1. Centros de beneficio de pollos	13
2.2.2. Impacto ambiental	14
2.2.3. Aguas residuales	18
2.2.4. Herramientas de análisis	22
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1. Diagnóstico del proceso productivo y la cantidad de agua residual generada	26
3.1.1. La empresa y el proceso productivo	26
3.1.2. Consumo de agua	33
3.1.3. Impacto ambiental	41
3.2. Características físico-químico de las aguas residuales	45
3.2.1. Muestreo	45
3.2.2. Características de las aguas residuales	46
3.3. Evaluación del sistema de tratamiento más adecuado y diseño de la propuesta	48
3.3.1. Determinación del tipo de tratamiento	48
3.3.2. Evaluación de proveedores del sistema DAF	54
3.3.2. Diseño de la propuesta	57
3.4. Análisis costo – beneficio y ambiental	79
3.4.1. Costos	79
3.4.2. Análisis costo beneficio	84
3.4.3. Análisis del impacto ambiental negativo	86
IV. CONCLUSIONES	88
V. RECOMENDACIONES	89
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
VII. ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de tratamiento según su misión	14
Tabla 2. Ventajas y desventajas de los tratamientos propuestos	15
Tabla 3. Operaciones o procesos para el manejo de residuos sólidos	17
Tabla 4. LMP de aguas para descarga de efluentes líquidos de la actividad agroindustrial	19
Tabla 5. Riesgos en los parámetros por su variación	19
Tabla 6. Multas según infracción	21
Tabla 7. Simbología del DOP	22
Tabla 8. Tipo de muestra	23
Tabla 9. Pollos vendidos mensualmente 2018 - 2019	26
Tabla 10. Semejanzas y diferencias del pollo carne y brasa	27
Tabla 11. Tarifario industrial por consumo de agua	33
Tabla 12. Etapas del proceso que requieren agua como insumo	34
Tabla 13. Consumo de agua al día por tipo de pollo (m ³) en la etapa de lavado	36
Tabla 14. Consumo de agua total (m ³)	37
Tabla 15. Consumo de agua por tipo de pollo (m ³)	37
Tabla 16. Consumo de agua potable del Centro de beneficio María de Fátima	38
Tabla 17. Lista de chequeo - Identificación de impactos	41
Tabla 18. Escala de magnitud	42
Tabla 19. Escala de importancia	42
Tabla 20. Matriz de Leopold - Situación actual	43
Tabla 21. Descripción del factor ambiental agua	44
Tabla 22. Descripción del factor ambiental suelo	44
Tabla 23. Propuestas de mitigación	44
Tabla 24. Valores encontrados en el Centro de Beneficio María de Fátima	47
Tabla 25. Eficiencia de remoción de cada tipo de tratamiento	49
Tabla 26. Costos de tecnología de cada tipo de tratamiento	49
Tabla 27. Confrontación de factores ponderados	50
Tabla 28. Escala de calificación	51
Tabla 29. Calificación de los factores para cada uno de los procesos	51
Tabla 30. Factores del aspecto técnico	54
Tabla 31. Factores del aspecto comercial y económico	55
Tabla 32. Factores de selección con asignación de letra	55

Tabla 33. Confrontación de factores ponderados _____	55
Tabla 34. Escala de calificación _____	56
Tabla 35. Calificación de los factores para cada uno de los proveedores _____	56
Tabla 36. Cantidad de pollos proyectados en el 2024 _____	57
Tabla 37. Consumo de agua en el 2024 _____	57
Tabla 38. Evolución de la población de La Victoria en el periodo 2019 -2024 _____	58
Tabla 39. Consumo de pollo en el distrito de la Victoria en el periodo 2019 -2024 _____	58
Tabla 40. Producción 2018 - 2019 _____	58
Tabla 41. Costo por consumo de agua 2020 _____	59
Tabla 42. Costo por consumo de agua 2021 _____	59
Tabla 43. Costo por consumo de agua 2022 _____	59
Tabla 44. Costo por consumo de agua 2023 _____	59
Tabla 45. Costo por consumo de agua 2024 _____	59
Tabla 46. Cálculo de material cribado _____	60
Tabla 47. Comparación de parámetros del efluente encontrados con los esperados _____	67
Tabla 48. Ancho del canal según el caudal _____	68
Tabla 49. Cálculo de las dimensiones de las rejillas de desbaste fino y grueso _____	69
Tabla 50. Aspectos técnicos de diseño en las rejillas _____	70
Tabla 51. Especificaciones técnicas de las rejillas finas y gruesas _____	70
Tabla 52. Costo del Sistema DAF _____	79
Tabla 53. Costos tangibles _____	80
Tabla 54. Costos intangibles _____	81
Tabla 55. Sueldos del personal _____	81
Tabla 56. Multa de la infracción grave _____	81
Tabla 57. Tipo de infracciones _____	82
Tabla 58. Tarifa industrial de agua _____	82
Tabla 59. Costo por consumo de agua en el periodo 2020 - 2024 _____	82
Tabla 60. Costo por consumo de energía _____	83
Tabla 61. Costo de energía para el sistema de tratamiento propuesto _____	83
Tabla 62. Costo por consumo de coagulante _____	84
Tabla 63. Costo por consumo de secuestrante de olores _____	84
Tabla 64. Análisis del flujo de caja del sistema propuesto a la empresa _____	85
Tabla 65. Disminución de impacto ambiental _____	86
Tabla 66. Aumento del impacto negativo de los olores _____	86

Tabla 67. Propuesta de mitigación en los olores _____	86
Tabla 68. Matriz de Leopold con las medidas de mitigación _____	87

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama general del tratamiento _____</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2. Ubicación de la empresa _____</i>	
<i>Figura 3. Desplumado del pollo brasa _____</i>	
<i>Figura 4. Desplumado del pollo carne _____</i>	
<i>Figura 6. Teñido _____</i>	
<i>Figura 6. Azafrán _____</i>	
<i>Figura 7. Diagrama de bloques del proceso del faenado de pollos tipo “brasa” _____</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8. Diagrama de bloques del proceso de faenado de pollos tipo “carne” _____</i>	<i>30</i>
<i>Figura 9. Diagrama de bloques del proceso mejorado del faenado de pollos tipo “brasa” _____</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10. Diagrama de bloques del proceso mejorado del faenado de pollos tipo “carne” _____</i>	<i>32</i>
<i>Figura 11. Control del consumo de agua potable en metros cúbicos _____</i>	<i>33</i>
<i>Figura 12. Evolución del importe total a pagar mensual _____</i>	<i>33</i>
<i>Figura 13. Escaldado _____</i>	
<i>Figura 14. Área de lavado _____</i>	
<i>Figura 15. Elevado consumo de agua _____</i>	
<i>Figura 16. Enfriado del pollo brasa _____</i>	
<i>Figura 17. Enfriado del pollo carne _____</i>	
<i>Figura 18. Diagrama de Pareto, consumo de agua por etapas _____</i>	<i>38</i>
<i>Figura 19. Balance de materia respecto al recurso agua del tipo de pollo brasa _____</i>	
<i>Figura 20. Balance de materia respecto al recurso agua del tipo de pollo carne _____</i>	
<i>Figura 21. Muestra del efluente _____</i>	<i>45</i>
<i>Figura 22. Resultados de laboratorio _____</i>	
<i>Figura 23. Diagrama de bloques del sistema de tratamiento propuesto _____</i>	
<i>Figura 24. Diagrama de operaciones del proceso propuesto de tratamiento _____</i>	<i>53</i>
<i>Figura 25. Balance del Desbaste _____</i>	<i>60</i>
<i>Figura 26. Balance de la clarificación _____</i>	
<i>Figura 27. Balance del sistema de tratamiento _____</i>	<i>65</i>
<i>Figura 28. Dimensiones de la tolva del Sistema DAF _____</i>	<i>66</i>
<i>Figura 29. Delimitación de las secciones de la tolva _____</i>	
<i>Figura 30. Bomba centrífuga _____</i>	<i>72</i>

<i>Figura 31. Bomba de dosificación</i>	73
<i>Figura 32. Diseño del sistema de flotación por aire disuelto (DAF)</i>	74
<i>Figura 33. Distribución de situación actual de la empresa</i>	75
<i>Figura 34. Distribución del sistema de tratamiento</i>	76
<i>Figura 35. Sistema de tratamiento</i>	77
<i>Figura 36. Sistema de flotación por aire disuelto (DAF)</i>	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Multas (Calificación de infracción)	94
Anexo 2. Recibo de EPSEL	95
Anexo 3. Evolución de la población de la Provincia de Chiclayo según sus distritos	96
Anexo 4. Equipos utilizados en el laboratorio Symbiol	97
Anexo 5. Ficha técnica de bomba centrífuga	98
Anexo 6. Proveedor Shandong Better Environmental Protection Technology	99
Anexo 7. Ficha técnica de bomba dosificación	101
Anexo 8. Cotización de coagulante, control de olores y bomba de dosificación	103
Anexo 9. Ficha técnica del coagulante	105
Anexo 10. Información relevante de la hoja de seguridad del secuestrante de H ₂ S y mercaptanos	106
Anexo 11. Información relevante de la hoja de seguridad del Sulfato de aluminio	107
Anexo 12. Cotización de bomba centrífuga	108
Anexo 13. Cotización del sistema DAF del proveedor seleccionado	109
Anexo 14. Costo de equipos de protección personal	110
Anexo 15. Ficha técnica del Control de olores	111

I. INTRODUCCIÓN

Según la información presentada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la demanda mundial de agua ha ido creciendo alrededor de 1% al año y seguirá aumentando de forma significativa en los próximos 20 años. Además, la contaminación del agua ha ocasionado el deterioro de los ríos de América Latina, África y Asia, desde 1990, por lo que se espera un mayor daño a la calidad del agua en las próximas décadas, lo cual aumentará las amenazas para la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo sostenible. Así mismo, se estima que el 80% del total de las aguas residuales industriales y municipales se libera al medio ambiente sin ningún tratamiento previo, y es por ello que existe un significativo deterioro de la calidad global del agua con impactos perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas. [1]

Por otro lado, la provisión del agua en Latinoamérica es insuficiente, en estos países el 70% de aguas residuales no son tratadas, lo cual impide alcanzar el ciclo del agua. [2]

En el Perú, el recurso hídrico proviene de tres vertientes hidrográficas: Vertiente del pacífico, del atlántico y del Titicaca [3], y origina alrededor de 2 217 946 m³/día de aguas residuales que se descargan al sistema de alcantarilla de las EPS, y solo el 32% son las que reciben el tratamiento. [4]

La contaminación de las aguas, implica una alteración perjudicial en cuanto a su calidad, que incluye perturbaciones en el entorno ambiental. Esta problemática, que originan los Centros de beneficio avícolas, es debida a su carga orgánica y a los altos contenidos de grasas de los efluentes, tal como lo explica Fernández y Betancourt. [5]

Los centros de beneficio de pollos o comúnmente llamados mataderos generan gran cantidad de efluentes altamente contaminantes. Ante ello, la ley de recursos hídricos prohíbe el vertimiento de estos efluentes a cuerpos receptores sin previo tratamiento, ya que genera impacto ambiental negativo. Sin embargo, la mayoría de estos establecimientos no cuenta con un sistema de tratamiento y por lo tanto vierten el efluente tal y como sale del proceso. El Centro de Beneficio María de Fátima ubicado en la calle Coricancha N° 401 del distrito de La Victoria no es la excepción ante esta situación, ya que el agua residual (AR) generada en el proceso faenado se encuentra altamente contaminada y es vertida sin recibir un tratamiento.

El Ministerio del Ambiente (MINAM) establece los límites máximos permisibles respecto al vertimiento del efluente en este tipo de establecimientos. Sin embargo, los efluentes generados en la empresa sobrepasan los límites, en los parámetros de DQO, DBO y SST. Por

otro lado, se evidenció que el consumo de agua es alto por lo que no existe un control adecuado del recurso principalmente en la etapa de lavado, ya que mantiene un rocío permanente durante todo el proceso.

Además, la empresa utiliza en el proceso el agua residual contaminada generada en el mismo. Esta acción es considerada grave, ya que reusa el agua no tratada y sin previa autorización. En consecuencia, la multa corresponde entre 2 a 5 UIT.

Así mismo, en el proceso de beneficio, no se realiza el aturdimiento del ave, etapa importante en el proceso, ya que evita el sufrimiento del animal. Finalmente, la empresa cuenta con ocho operarios, los cuales, según la encargada de la empresa, no cuentan con capacitaciones respecto al uso adecuado del agua, la importancia del mismo y sobre el proceso de faenado.

Ante lo expuesto, surge la siguiente interrogante: ¿Mediante el tratamiento de aguas residuales del Centro de Beneficio María de Fátima se podrá reducir el impacto ambiental negativo?

La presente investigación se centra en elaborar una propuesta de tratamiento de las aguas residuales en el Centro de Beneficio María de Fátima del distrito de La Victoria para reducir el impacto ambiental negativo, para ello, es necesario diagnosticar el proceso productivo y la cantidad de agua residual generada, así como, determinar las características físico-químico de las aguas residuales. Para posteriormente, evaluar el sistema de tratamiento más adecuado y elaborar el diseño de la propuesta. Y finalmente, realizar un análisis costo – beneficio y ambiental del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Sánchez, Caldera y Gutiérrez [5] en su investigación **“Eficiencia de coagulantes durante el tratamiento de aguas residuales de la industria avícola en un sistema de flotación”** del año 2017, evaluaron la eficiencia de la aplicación de tres coagulantes: sulfatos de aluminio (SA), policloruro de aluminio (PAC) y quitosano, empleando un sistema DAF, para el tratamiento de los efluentes de una industria avícola ubicada en el estado Zulia en Venezuela. Durante 6 meses fueron recolectadas las muestras de aguas residuales a la entrada del equipo de flotación que conforma el sistema de tratamiento de una industria avícola. Se determinaron los parámetros de Aceites y Grasas, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales antes y después de la aplicación del tratamiento, a diferentes presiones (30, 40 y 50 psi), cambiando los porcentajes de recirculación del agua residual en 20%, 30% y 40%, se evaluó el tratamiento con la adición de los coagulantes y sin ellos. Finalmente, la remoción de A y G (85%-98%) de las aguas residuales industriales avícolas fue eficiente en el sistema de DAF con la añadidura de coagulantes. Se demostró que el añadir coagulantes mejora la clarificación de los efluentes. Los mejores resultados de remoción (A y G: 98%, DQO: 91% y SST: 83%) fueron a condiciones de 40 psi, recirculación del 30 % y SA como coagulante.

Esta investigación fue empleada en la evaluación de tratamientos para definir el sistema más adecuado, utilizando principalmente el porcentaje de remoción del DAF con adición de coagulantes en la descripción de los factores. Además, al ser seleccionado el sistema DAF, se utilizó este estudio, el porcentaje de recirculación y el tipo de coagulante (Sulfato de Aluminio) para realizar el balance de materia y el diseño del sistema de tratamiento.

Sánchez y García [6] en su investigación **“Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales”** del 2018, propone el tratamiento de oxidación avanzada a través del método Fenton modificado, ya que los tratamientos de tecnologías convencionales como fosas sépticas (muy utilizadas en las regiones rurales de América Latina) no resisten los índices de biodegradabilidad inferiores a 0,4 de DBO₅/DQO, estas estimaciones se presentan cuando existe contaminantes refractarios en el agua; los cuales muchas veces se vinculan con la presencia de efluentes de tipo industrial. Ante esta problemática el sistema de tratamiento convencional infringe las normativas para las que fueron diseñados; y por ello se gasta en vano la inversión que demanda su construcción. Por ello en el estudio se aumentó el índice de biodegradabilidad del efluente utilizando agua residual

doméstica mezclada con lixiviado y efluente industrial obtenida de la quebrada Chasinato - Tungurahua en Ecuador, obteniéndose un índice de biodegradabilidad de 0,22 en DBO₅/DQO. Al efluente obtenido se le trató un proceso de oxidación avanzada mediante la metodología de Fenton modificado, a través del cual se aumentó el índice de biodegradabilidad y se evitó disminuir el pH, puesto que a elevados volúmenes esto produce altos costos. En cuanto a las concentraciones de reactivos las más eficientes fueron de $F_eSO_4/H_2O_2 = 1$ y $C_6H_8O_7/H_2O_2 = 2$; con la colocación de 10 mg/L de H₂O₂, de esta manera se elevó el índice de biodegradabilidad a un valor satisfactorio de 0,46, ya que se trata de sistemas convencionales como las fosas sépticas; también, se redujo los parámetros de DBO₅ y DQO con una eficiencia de 12,54%; 44,4% respectivamente.

Esta investigación es importante en la evaluación de tratamientos para definir el sistema más adecuado, utilizando del estudio principalmente el porcentaje de remoción de carga orgánica a través del proceso de tratamiento de oxidación avanzada por el método de fenton en la descripción de los factores.

Aguilar [7] en su investigación **“Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua”** del 2015, evalúa la eficiencia de remoción del tratamiento de electrocoagulación en un reactor analizando agua residual industrial. Demuestra que la electrocoagulación es un proceso que tiene eficiencia en remover los contaminantes en condiciones ideales de 7,12 en pH, en un tiempo de tratamiento de 15 minutos y una intensidad de corriente de 5 amperios, con estos valores se redujo la DQO en 87%. Se demuestra también, que los lodos provenientes del tratamiento son muy compactos y secos, lo cual permite una excelente disposición.

La investigación de Aguilar es importante en la evaluación de tratamientos para definir el sistema más adecuado. Se utilizó principalmente del estudio el porcentaje de remoción de carga orgánica por medio del proceso de tratamiento de electrocoagulación en la descripción de los factores.

Parra, Hidalgo, Guananga y Cajamarca [8] en su investigación **“Evaluación del plan de administración ambiental para la granja avícola dos hermanos”** del año 2018, realizan el diagnóstico de contaminación e impacto ambiental empleando herramientas de análisis como la matriz de Leopold y la lista de chequeo, con la finalidad de evaluar el Plan de Administración Ambiental de la Granja Avícola “Dos Hermanos” ubicada en Chimborazo. La investigación no se ajusta a un diseño experimental, sin embargo, se tomaron muestras compuestas de los

residuos líquidos cada 15 días, que fueron enviadas al laboratorio para el análisis de pH, SS, DBO, DQO. Los resultados indican que la granja mejoró sus condiciones ambientales, ya que los impactos negativos fueron controlados en un alto porcentaje. Después de realizar nuevamente el análisis con la lista de chequeo, los problemas ambientales encontrados en esta oportunidad fueron los residuos sólidos en un 52,08%. Las medidas de mitigación se centran en el control de residuos como la gallinaza, además, de mantener los contenedores de residuos cerrados y limpios.

Del estudio de Parra, Hidalgo, Guananga y Cajamarca se rescata el uso de herramientas de análisis del impacto ambiental tales como la matriz de Leopold y la lista de chequeo, que serán empleadas en el desarrollo del proyecto para determinar el impacto negativo del Centro de Beneficio, en su situación actual y con las propuestas de mitigación.

Fernández y Betancourt [9] en su investigación cualitativa **“Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola”** del año 2018, realiza un estudio descriptivo y de campo con el fin de analizar destino sostenible de los residuos en Centros de faenado avícola en Tachira, para lo cual se empleó como metodología la entrevista abierta, el registro de información a través de la investigación directa y el análisis de testimonios elegidos con intención. Finalmente, se concluye que los establecimientos de beneficio no realizan el aturdimiento de las aves; utilizan el agua en el proceso de manera desmedida en un rocío permanente durante un promedio de 8 horas; el agua residual tiene alta carga orgánica que contamina las aguas superficiales; además, de la inexistente cultura sustentable y la despreocupación por el ambiente.

Esta investigación es importante en el desarrollo del presente proyecto, puesto que corrobora el diagnóstico descrito en el punto 3.1. Además, de ser base para la elaboración de conclusiones al finalizar.

2.2. Bases teórico Científicas

2.2.1. Centros de beneficio de pollos

Los centros de beneficio de pollos, son establecimientos autorizados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), dedicados al faenado de aves. En donde se realiza el proceso de beneficio (sacrificio) de pollos con la finalidad de obtener la carne para el consumo humano. La distribución de se realiza principalmente en mercados y pollerías. [7]

2.2.2. Impacto ambiental

La palabra impacto se refiere a la alteración que se da por la actividad del hombre en su entorno (parte del medio ambiente). Por ello, el impacto ambiental nace en una acción humana que repercute el medio ambiente. Cabe resaltar que el impacto puede ser negativo o positivo. [20]

2.2.2.1. Medidas de mitigación

Se considera a las acciones que buscan reducir la contaminación y restaurar las condiciones ambientales antes de ser perjudicadas. [12]

2.2.2.1.1. Tratamiento de aguas residuales

Proceso de purificación de aguas residuales, importantes en la gestión ambiental de cualquier industria. [13]

A. Tipos de tratamiento

Existen niveles de tratamiento de aguas residuales, los cuales están clasificados según la misión que desempeñan en pre tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y terciario, como se muestra en la *Tabla 1*. [11]

Tabla 1. Tipos de tratamiento según su misión

Tipo	Definición/Finalidad	Ejemplos
Pre tratamiento o Preliminar	Retener los sólidos con densidad superior al agua y arenas, para favorecer al posterior proceso.	Canales con rejas gruesas o finas, desarenadores, y tamices.
Tratamiento primario	Remover sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, y finalmente reducir la carga en el tratamiento biológico. Es importante recalcar que antes de la disposición final de los sólidos removidos deben ser procesados.	Tanques: Imhoff, de sedimentación y de flotación.
Tratamiento secundario	Procesos biológicos donde predominan las reacciones bioquímicas, se obtienen valores eficientes en la remoción de DBO (50%-95%).	Biofiltros, filtros percoladores, filtros rotatorios, lodos activados, lagunas de estabilización ya sean facultativas o aireadas.
Tratamiento terciario	Remover nutrientes como nitrógeno y fósforo. De manera que, al descargar el agua residual tratada con anterioridad, no provoque la eutrofización o desarrollo de forma generalizada de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación.	Precipitación química de nutrientes, procesos de filtración, destilación, flotación, ósmosis inversa, etc.

Fuente: SINIA [11]

En la **Figura 1** se presentan los diferentes tratamientos, así como qué resultado se espera en cada nivel.

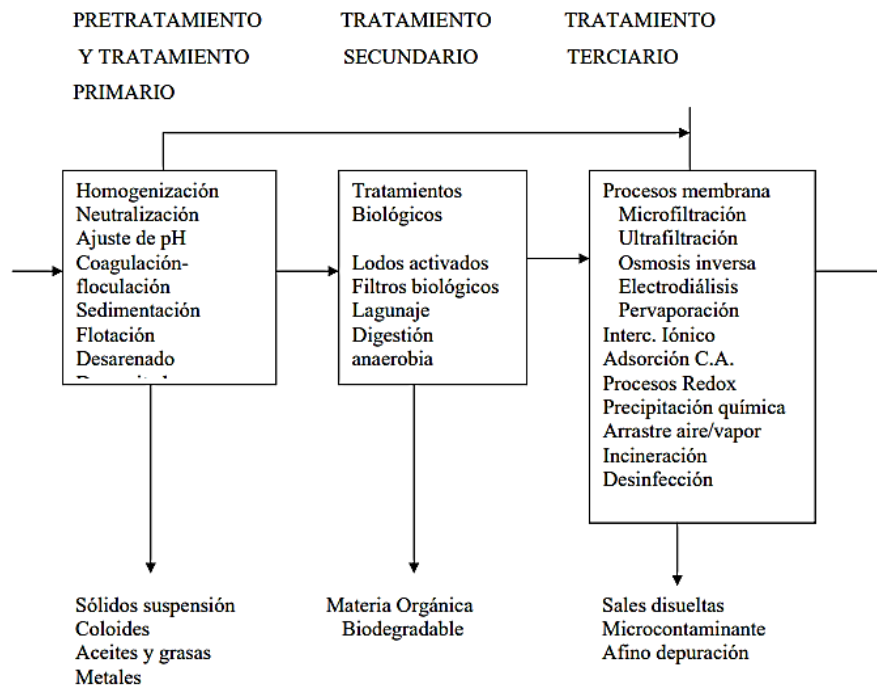


Figura 1. Diagrama general del tratamiento

Fuente: *Analiza calidad* [16]

B. Tratamientos para evaluación

En la **Tabla 2** se observa las ventajas y desventajas de los tratamientos de oxidación avanzada, de flotación por aire disuelto y electrocoagulación. Dichos tratamientos son definidos posteriormente.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los tratamientos propuestos

Tratamiento	Ventajas	Desventajas	Fuente
Oxidación avanzada	<ul style="list-style-type: none"> * Es accesible la materia prima. * Rápida reacción con contaminantes inorgánicos y orgánicos. * Reduce el color y la turbidez. 	<ul style="list-style-type: none"> * El coste es relativamente elevado. * Bajo rendimiento energético de producción de ozono. * La irritabilidad y toxicidad del ozono en elevadas concentraciones. 	Silva, <i>et. al</i> [15]
Flotación por aire disuelto	<ul style="list-style-type: none"> * Remueve grasas y sólidos en una unidad. * Bajo tiempo de retención. * Reduce la producción de olores. * Generación de lodos espesos. * Efectivo en la remoción de contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> * En algunas oportunidades el sistema no es efectivo en SS en comparación con los procesos de sedimentación por gravedad. 	E. Aguilar [16]
Electrocoagulación	<ul style="list-style-type: none"> * Facilidad de operación y de mantenimiento. * A diferencia de un tratamiento tradicional el tiempo de retención es menor. 	<ul style="list-style-type: none"> * Lodos con elevadas concentraciones de Fe y Al. * El Costo es elevado en lugares carentes de energía eléctrica. * Se deben reponer los electrodos de sacrificio. 	Aguilar [8]

▪ **Tratamiento físico-químico**

El tratamiento físico-químico está compuesto por tratamientos primarios y terciarios que se emplean en la industria. [16] Como por ejemplo el proceso por oxidación avanzada y el proceso de flotación por aire disuelto.

✓ **Oxidación avanzada:** La oxidación avanzada, es un proceso eficiente que debe trabajar a una presión alta, por ello requiere de energía para comprimir el oxígeno. La gestión de aguas residuales no biodegradables y de muy elevada DQO es una de sus principales aplicaciones. Las principales características son: elevada disolución del oxígeno, gran velocidad de reacción, alta eficacia en la eliminación de contaminantes, genera como productos mayoritarios CO_2 y H_2O . [17] La implementación de un proceso de tratamiento de oxidación avanzada a través del método Fenton modificado se puede ubicar entre el sistema de tratamiento físico, pero necesita un sistema de tratamiento biológico. [6]

✓ **Flotación por aire disuelto:** La flotación por aire disuelto (DAF) es una “flotación provocada”, la cual se vale de la facultad que tienen algunas partículas sólidas o líquidas para enlazarse a las burbujas de aire y conformar conjuntos partícula–gas de menor densidad que el líquido, los cuales se concentra en la superficie libre del líquido. Se realiza inicialmente una presurización del caudal de agua con el fin de formar las microburbujas, esto ocasiona la disolución de aire hasta la sobresaturación, y después ese caudal es despresurizado hasta presión atmosférica, originando que el excedente de aire disuelto se libere en forma de múltiples microburbujas. [18]

▪ **Tratamiento electroquímico**

El tratamiento electroquímico es un proceso que emplea electricidad para generar una reacción química que busca destruir el contaminante presente en el agua. En otras palabras, es un proceso compuesto por un ánodo, en el cual se realiza la oxidación, un cátodo, donde se da la reducción y una fuente de corriente continua para proporcionar electricidad. Son ejemplos los procesos de electrocoagulación, electrodesinfección, electroflotación y electrooxidación. [19]

✓ **Electrocoagulación:** La electrocoagulación es un proceso que emplea energía eléctrica. Tiene por finalidad desestabilizar coloides que se encuentran en un agua. El proceso es parecido al de coagulación convencional, sin embargo, se diferencia en la forma de añadir el reactivo, ya que en el caso de coagulación el reactivo se adiciona como sal, en cambio, en electrocoagulación se origina a partir de un metal. [19]

2.2.2.1.2. Capacitación

La capacitación es una actividad planificada que se basa en las necesidades de una empresa, y que busca generar nuevos conocimientos, así como mejorar habilidades y actitudes de las personas que participan en este proceso. [17]

A. Capacitación a los operarios en el uso eficiente del agua

Amorima, Nardi y Del Nery [38] en su estudio recomienda capacitar a los trabajadores de los Mataderos avícolas, con la finalidad de elevar la conciencia sobre la importancia de usar el agua racionalmente. De igual forma, Fernández y Betancourt [9] en su investigación “Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola”, está de acuerdo en que debe existir un programa de capacitaciones sobre temas ambientales.

2.2.2.1.3. Manejo de residuos sólidos

Según el Ministerio del ambiente (MINAM) [19], se considera manejo de residuos sólidos a cualquier actividad técnica operativa que conlleve las operaciones o los procesos que estén establecidos por la Ley General de Residuos Sólidos - Ley N° 27314. A continuación, en la **Tabla 3**, se observan las operaciones:

Tabla 3. Operaciones o procesos para el manejo de residuos sólidos

Operación/Proceso	Definición
Minimización de residuos	Actividad de disminuir lo máximo posible el volumen y peligrosidad del residuo de manera preventiva. Se promueve las 3R (reducir, reusar, reciclar).
Reaprovechamiento	Adquirir un nuevo beneficio de un residuo.
Segregación en la fuente	Actividad donde se agrupan los elementos de los residuos para ser manejados de manera particular. Existe un código de colores para esta agrupación.
Almacenamiento	Reunir temporalmente los residuos hasta su disposición final.
Recolección	Actividad de recolectar los residuos para su posterior disposición.
Comercialización	Actividad en donde se obtiene un beneficio económico por el comercio de los residuos
Transporte	Actividad de trasladar los residuos hacia una planta de tratamiento o relleno sanitario.
Tratamiento	Proceso que posibilita transformar las características del residuo con la finalidad de reducir o eliminar su peligro.
Transferencia	Lugar de almacenaje temporal de residuos que han sido descargados de los camiones.
Disposición final	Proceso para disponer en un lugar los residuos de manera ambientalmente segura.

Fuente: MINAM [19]

2.2.3. Aguas residuales

Según la Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) [4], las aguas residuales son cualquier tipo de agua de las cuales sus características de origen fueron alteradas por acción del hombre y que, además, por su calidad necesitan un previo tratamiento, para poder ser reutilizadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o que se descargan a la red de alcantarillado. Las aguas residuales se clasifican en industriales, municipales y domésticas.

- **Aguas residuales domiciliarias:** Son aquellas que provienen de las viviendas y que también pueden estar combinadas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de tipo industrial siempre y cuando estas se traten previamente.
- **Aguas residuales municipales:** Este tipo de agua es de origen comercial y residencial, comprende desechos fisiológicos, entre otros, los cuales provienen de la actividad del hombre, y además deben ser dispuestas de forma adecuada.
- **Aguas residuales industriales:** Las ARI se generan a lo largo de un proceso de producción, comprendiendo a las que provienen de las diversas actividades como la minería, agricultura, energía, agroindustriales, entre otras.

2.2.3.1. La Autoridad Nacional del Agua

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), cumple las siguientes funciones [4]:

- Autoriza junto a la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial los vertimientos de AR tratadas.
- Verifica que se cumpla con los Estándares de Calidad Ambiental en los cuerpos de agua, además de imponer sanciones, y la posible suspensión de las autorizaciones otorgadas si se evidencia que el AR tratada, puede dañar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados.
- Autoriza la reutilización de AR, con previa verificación de que su uso no pondrá en peligro la salud del hombre, además del desarrollo habitual de la fauna y flora, o la afectación en otros usos.

2.2.3.2. Parámetros de calidad de agua

Se tomarán en cuenta los límites máximos permisibles (LMP) de agua para la descarga de efluentes líquidos por la actividad de agroindustrias, así como plantas de camales, centros de beneficio y mataderos en promedio al día.

Los parámetros de la **Tabla 4** se tomará en cuenta para posteriormente realizar la comparación del estado en que se encuentran los efluentes descargados del centro de beneficio María de Fátima. Por otro lado, los riesgos que pueden presentar los parámetros (Aceites y grasas, DBO₅, DQO y otros microorganismos) por su variación se encuentran en la **Tabla 5**.

Tabla 4. LMP de aguas para descarga de efluentes líquidos de la actividad agroindustrial

Parámetro	Unidades	Límites máximos permisibles (LMP)
GENERALES		
pH	unidad	6 – 9
TEMPERATURA	Celsius	< 35
SST	mg/l	300
ORGÁNICOS		
DBO ₅	mg/l	250
DQO	mg/l	500

Fuente: MINAM [10]

Tabla 5. Riesgos en los parámetros por su variación

Parámetros	Descripción del proceso
Aceites y grasas	Las grasas y aceites provenientes de restos de alimentos o procesos de la industria son de difícil metabolismo por las bacterias, flotan formando películas en el agua dañando a los seres bióticos.
DBO	La alteración del agua por materia orgánica puede causar que las plantas acumulen estos contaminantes, siendo los más afectados los consumidores que lo ingieren directamente.
Microorganismos	La contaminación por microorganismos genera problemas en la salud de las plantas, animales y además el hombre.
DQO	Altos niveles de DQO generan la reducción del oxígeno disuelto, perjudicando la vida del medio acuático.

Fuente: DIGESA [22]

Además, según Rodríguez [23] la relación que existe en los parámetros DBO y DQO es de 0,7, y se desprende de la siguiente ecuación:

$$\frac{DBO}{131} = \frac{DQO}{187}$$

$$DBO = DQO \times \frac{131}{187}$$

$$DBO = 0,7$$

2.2.3.3. Base legal

Es importante conocer la base legal antes de la realización del proyecto, en este punto se consideran artículos establecidos para el vertimiento de aguas, así como el reglamento de edificación respecto a los sistemas de tratamiento. Por lo antes dicho, en cuanto al vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento, la ley de recursos hídricos Ley N°29338 [12], nos dice:

A. Artículo 83.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias

Se prohíbe el derrame de sustancias contaminantes, así como cualquier tipo de residuos en el agua y en los bienes relacionados a ésta, que simbolicen riesgos de gran significancia respecto a los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental conjuntamente con la Nacional, establece los criterios y el vínculo de sustancias prohibidas.

B. Artículo 135° . - Prohibición de efectuar vertimientos sin previa autorización

El punto 135.1 explica no se debe realizar vertimientos de AR en las aguas marítimas o continentales del país, sin que exista la autorización por parte de la Autoridad Nacional del Agua. Así mismo, el punto 135.2 expresa que no se debe realizar vertimientos de efluentes sin ser tratados previamente en infraestructura de regadío, sistemas de drenaje pluvial ni en los lechos de quebrada seca.

Según el reglamento de los recursos hídricos Ley N° 29338 [12], las acciones u omisiones de las personas sean naturales o jurídicas, usuarios o no usuarios de agua, homologadas como infracciones, tendrán la calificación de leves, graves o muy graves, por la Autoridad Administrativa del Agua. Sus respectivas multas se presentan en la **Tabla 2**. Además, la calificación preliminar para determinar la posible sanción a imponer se muestra en el **Anexo I** [12]. Por otro lado, se tomará en consideración lo siguiente:

- La salud de la población se ve afectada o en riesgo.
- Las utilidades que el infractor obtiene.
- La repercusión de los daños que son generados.
- Las coyunturas de la comisión por el comportamiento sancionable o infracción.
- Los impactos ambientales negativos, conforme a la legislación vigente.
- Reincidencia.
- Los costos en que incida el Estado Peruano en ocuparse de los daños ocasionados.

Así mismo, las infracciones siguientes no podrán tener una calificación leve:

- Usar, represar o desviar las aguas sin tener el derecho de uso de agua o permiso de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Construir o modificar, sin permiso del ANA, obras en las fuentes naturales de agua, los bienes naturales asociados a ésta o en la Infraestructura hidráulica mayor pública.
- Contaminar las fuentes naturales de agua cual fuera la condición o particularidad que lo origine.
- Realizar vertimiento de aguas residuales en los cuerpos de agua o reutilización de aguas que provienen de fuentes terrestres, sin autorización.
- Arrojar residuos sólidos en conductos o cuerpos de agua natural o artificial.

Además, el **Artículo 4°** de la prohibición de dilución o mezcla de efluentes, nos indica que según el art. 113° de la Ley General del Ambiente, el titular es responsable de mitigar los impactos existentes respecto a las aguas naturales, es por ello que se debe limitar el consumo del recurso hídrico a lo necesario. Por consiguiente, no se debe diluir las aguas residuales con el agua fresca antes de la descarga para cumplir con los límites indicados. [10] Por otro lado, en cuanto a la calidad del agua para la utilización en el proceso, se tomará como base el reglamento de la calidad del agua para consumo humano - DS N° 031-2010-SA. [11]

Por otro lado, según el reglamento de edificación [14], las distancias mínimas que se deben respetar para colocar un sistema de tratamiento son los 500 m en tratamientos anaerobios, 200 m en lagunas facultativas, 100 m en lagunas aerada, y 100 m en lodos activados y filtros percoladores. Sin embargo, también precisa que estas distancias pueden reducirse si se realizan medidas de mitigación. Finalmente, el MINAM establece las multas según el tipo de infracción como se observa en la **Tabla 6**:

Tabla 6. Multas según infracción

Tipo de infracción	Multa
Leve	0,5 – 2 UIT
Grave	2 – 5 UIT
Muy grave	5 – 10 000 UIT

Fuente: MINAM [11]

2.2.4. Herramientas de análisis




2.2.4.1. Diagramas de procesos

R. García [17] menciona en la descripción de su libro que los diagramas son herramientas gráficas que siguen una cadena de actividades que conforman un proceso o un procedimiento; estos son identificados mediante símbolos de acuerdo a su naturaleza.

2.2.4.1.1. Diagrama de Operaciones del Proceso DOP

Es un esquema gráfico de los puntos en los que se incluyen materiales dentro del proceso y de la secuencia de inspecciones y operaciones. La finalidad de este diagrama es proporcionar una imagen clara y global de la secuencia de los sucesos del proceso, estudiar las operaciones e inspecciones en relación de unas con otras dentro del mismo proceso, así mismo ayuda a mejorar la disposición del flujo de materiales, e idéntica los inputs y outputs. Para realizar este diagrama se debe respetar la simbología presentada en la **Tabla 7**. [17]

Tabla 7. Simbología del DOP

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Se usa cuando las características físicas de un objeto se modifican, es decir se produce o realiza algo.
Inspección		Se examina el objeto para verificar calidad o cantidad
Combinada		Indica actividades unidas por el mismo operario o en el mismo punto de trabajo

Fuente: R. García [17]

2.2.4.1.2. Diagrama de Bloques DB

El DB, es una herramienta sencilla, pero muy útil, ya que en ella se tiene una visión clara y general del proceso de producción. En cada bloque del diagrama figura una función del proceso, la cual puede ser operación básica o equipo. En cuanto a la elaboración del Diagrama de Bloques es importante considerar algunos aspectos o criterios [18]:

- Las operaciones básicas se presentan en bloques.
- No es imprescindible presentar el equipo en su forma real.
- El sentido del flujo es indicado por líneas de flujo.
- El sentido debe ir de izquierda a derecha.
- Los gases, al ser corrientes ligeras salen de la parte superior del bloque.
- Las corrientes pesadas como líquidos y sólidos deben salir por la parte inferior.

2.2.4.2. Muestreo

Se considera este término a la toma de muestras en un tiempo y con un volumen determinado. Además, es importante recalcar que se debe utilizar una técnica de preservación adecuada al parámetro que se quiere analizar. [15]

Así mismo, para realizar un muestro se debe considerar lo establecido por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), referido al muestreo, conservación y envío de muestras al laboratorio [18]:

- Los envases necesarios deben ser de polietileno o vidrio, además deben estar limpios y secos con la finalidad de prevenir la contaminación.
- Las muestras necesitan ser almacenadas a baja temperatura y/o preservadas con químicos para conservar su integridad en el tiempo que sean transportadas y antes de realizar el análisis de laboratorio.
- Las cajas térmicas empleadas para el traslado deben ser adecuadas para almacenar las muestras que fueron tomadas, así como los materiales de empaque y el hielo.

2.2.4.2.1. Tipos de muestras

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), explica que la muestra puede ser catalogada como simple, compuesta o integrada. A continuación, en la **Tabla 8**, se explica en qué consiste cada tipo de muestra [25]:

Tabla 8. Tipo de muestra

Tipo de muestra	Definición
Muestra simple o puntual	También puede ser nombrada como puntual o discreta, y se denomina de esta manera a la toma de una porción de agua en un lugar determinado para su análisis individual.
Muestra compuesta	Se denomina muestra compuesta al resultado de la confluencia uniforme de diferentes muestras puntuales en un tiempo determinado teniendo en cuenta proporciones definidas.
Muestra integrada	Es considerada una muestra integrada a la homogenización de muestras simples tomadas en distintos lugares o puntos de forma simultánea.

Fuente: ANA [25]

2.2.4.3. Diagrama de Pareto

La herramienta de Diagrama de Pareto realiza un análisis de las causas de un problema y determina su importancia. Se fundamenta en el Principio de Pareto, el cual nos dice que el 80% de los defectos son ocasionados por un 20% de las causas. [21]

2.2.4.4. Identificación y valorización del impacto ambiental

2.2.4.4.1. Lista de chequeo

La lista de chequeo a priori, es un instrumento de gran utilidad como organización visualizada de la valoración, no pueden nunca sustituir a la valoración en sí, que requiere análisis más profundos. Las listas de chequeo son el enfoque más simple de aproximación a los impactos potenciales. Es resumen, la lista de chequeo es un instrumento de identificación de impactos potenciales. [21]

2.2.4.4.2. Matriz de Leopold

Diseñada para realizar la valoración del impacto ambiental. Esta herramienta consta de un cuadro de doble entrada, donde la primera columna está conformada por una serie de factores ambientales clasificados por medios tales como físico, biológico, y socioeconómico. En la fila superior se encuentran las acciones que provocan el impacto. Esta matriz es muy utilizada, ya que sintetiza la información y permite visualizar los resultados del análisis. Cabe señalar que la matriz solo tiene sentido si va acompañada de una descripción respecto a los impactos identificados, de su valor, así como de las medidas de mitigarlos. [21]

2.2.4.5. Balance de materia

El balance de materia es un cálculo que está basado en la ley de conservación de la masa: “la materia no se crea ni se destruye”. Los pasos preliminares [22] son los siguientes:

- Trazar un diagrama de flujo del proceso de manera simplificada.
- En el diagrama se colocan los datos que se tienen a disposición y en las unidades correspondientes.
- Se establecen las ecuaciones.

2.2.4.6. Método de factores ponderados

El sistema de apoyo de decisiones (DSS) tiene la capacidad de brindar apoyo en la toma de decisiones con criterios múltiples. Este sistema tiene una gran lista de métodos, siendo métodos ponderados el más utilizado. [23] El desarrollo consiste en valorar el orden de los proyectos, los cuales se evalúan considerando ponderaciones distintas permitiendo que los pesos que se

asignan a cada uno de los objetivos cambien en un entorno cercano. El análisis se realiza desde el mínimo valor posible, cero, hasta el máximo posible, uno. [24]

2.2.4.7. Análisis costos

Se debe determinar los costos y beneficios de un proyecto para poder decidir. El análisis consiste en sumar costos y beneficios para luego compararlos, lo que nos permitirá conocer si el beneficio del proyecto es positivo o no. [26]

A. Beneficio – costo: Para hallar este indicador costo- beneficio se debe colocar el total de beneficios y el total de costos en una relación numerador / denominador, respectivamente. Como se presenta a continuación en la fórmula: [29]

$$B/C = \frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}}$$

B. Tiempo de recuperación: Por otro lado, otro indicador importante a considerar es el periodo de devolución o recuperación, el cual permite conocer el tiempo en que se recuperará la cantidad dinero invertido. El tiempo se determina cuando el flujo de caja positivo es igual a la inversión inicial realizada. [29]

$$\textit{Tiempo de recuperación} = \frac{\textit{Inversión}}{\textit{Flujo}}$$

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Diagnóstico del proceso productivo y la cantidad de agua residual generada

3.1.1. La empresa y el proceso productivo

El centro de beneficio María de Fátima ubicado en la calle Coricancha N° 401 del distrito de La Victoria (ver *Figura 2*) es una empresa dedicada al beneficio y venta de pollos, los cuales son posteriormente distribuidos dentro del distrito de La Victoria. La cantidad de pollos vendidos se ha mantenido constante, ya que su demanda es estable como se aprecia en la *Tabla 9*. La empresa cuenta con 8 operarios quienes se encargan de realizar todo el proceso productivo desde la recepción de las jabas con pollos hasta su empaclado y pesado, así como la limpieza de la zona de beneficio. Los proveedores de los pollos son las avícolas Chimú y Yugoslavia, ambos provenientes del departamento de Trujillo.



Figura 2. Ubicación de la empresa

Fuente: Google maps

Tabla 9. Pollos vendidos mensualmente 2018 - 2019

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)		
	Diario	Mensual	Anual
Brasa	800	24 000	288 000
Carne	1 200	36 000	432 000
Total	2 000	60 000	720 000

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

Por otro lado, la encargada de la empresa asegura que los operarios no están capacitados sobre el proceso productivo, por lo tanto, desconocen la importancia del manejo adecuado del agua, así como el impacto negativo que ocasiona tanto el alto consumo del mismo como el vertimiento del efluente en condiciones no adecuadas.

Por consecuencia, se evidencia una inexistente cultura ambiental, la despreocupación por el medio en donde vivimos. Además, alude que el único fin es el estado cuantitativo, tal como expresa Fernández y Betancout [9] en su estudio.

Existen dos tipos de pollos (brasa y carne), siendo el pollo carne el más vendido. Las diferencias existentes por el tipo de pollo se muestran en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Semejanzas y diferencias del pollo carne y brasa

Ítem	Pollo carne	Pollo brasa	
Semejanzas	Lugar de destino	La Victoria	
	Proveedor	Yugoslavia y Chimú	
	Etapas del proceso similares	Recepción y apilamiento, pesado y clasificado, sacrificio, escaldado, cortes y eviscerado, lavado, empacado y pesado	
Producción (und)	1 200	800	
Diferencias	Peso	Mayor a 2 kg	Menor a 2 kg
	Etapas del proceso diferentes	Desplumado (manual)	Desplumado (máquina)
		Enfriado	Enfriado (baldes de 200 litros)
		Teñido (etapa adicional)	
Destino	Mercados. bodegas	Pollerías	

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

El proceso de beneficio, presenta una variación respecto al tipo de pollo, ya que el pollo brasa utiliza una máquina (**Figura 3**) para realizar el desplumado, mientras que para el pollo carne esta operación se realiza de forma manual (**Figura 4**). Además, el último tipo de pollo tiene una etapa adicional en donde se tiñe el pollo con la finalidad de darle un color amarillento (**Figura 5**) utilizando como insumo azafrán (**Figura 6**). El proceso de faenado de pollo se realizó en diagramas de bloques según su tipología. En la **Figura 7** y **Figura 8** se presentan los diagramas del pollo brasa y carne, respectivamente.



Figura 3. Desplumado del pollo brasa

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima



Figura 4. Desplumado del pollo carne

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima



Figura 6. Teñido

Fuente: La empresa



Figura 6. Azafrañ

Fuente: La empresa

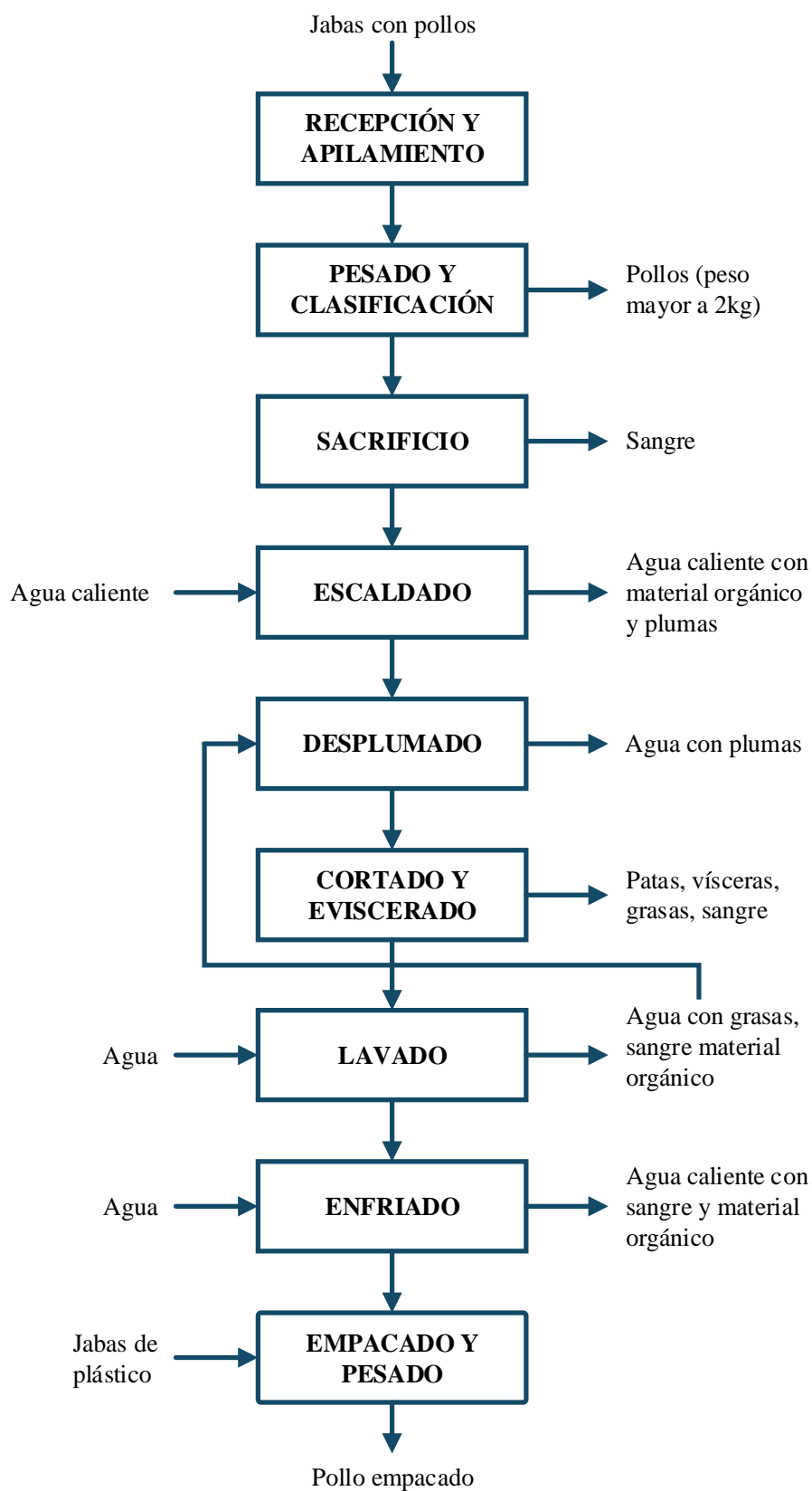


Figura 7. Diagrama de bloques del proceso del faenado de pollos tipo “brasa”

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

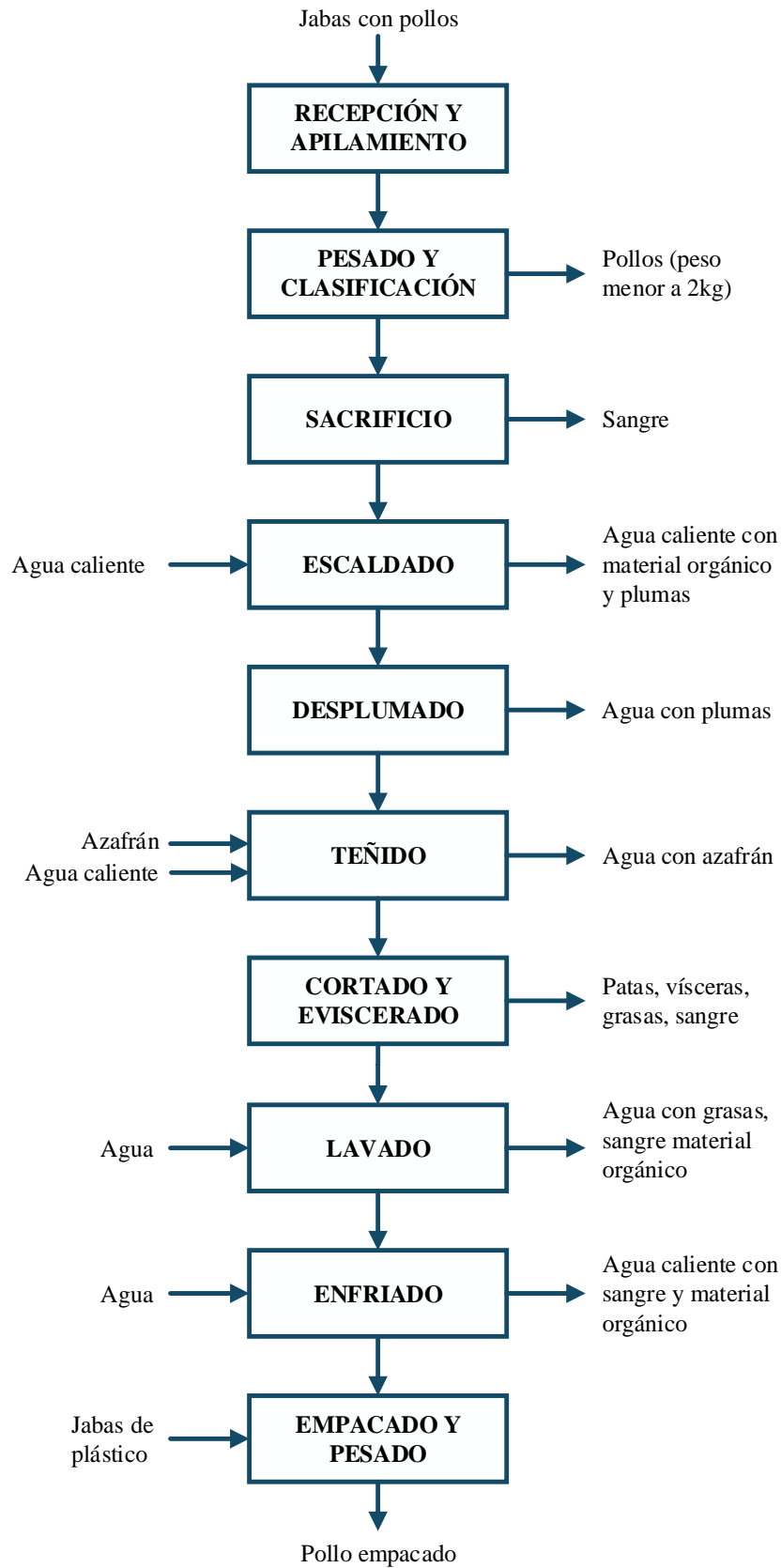


Figura 8. Diagrama de bloques del proceso de faenado de pollos tipo “carne”

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

Como se puede observar el proceso de beneficio de pollos brasa (*Figura 7*) y carne (*Figura 8*) no cuenta con el aturdido del animal, etapa importante dentro del proceso. Es por ello, que en la *Figura 9* y *Figura 10*, se observan los diagramas con el adecuado proceso de faenado.

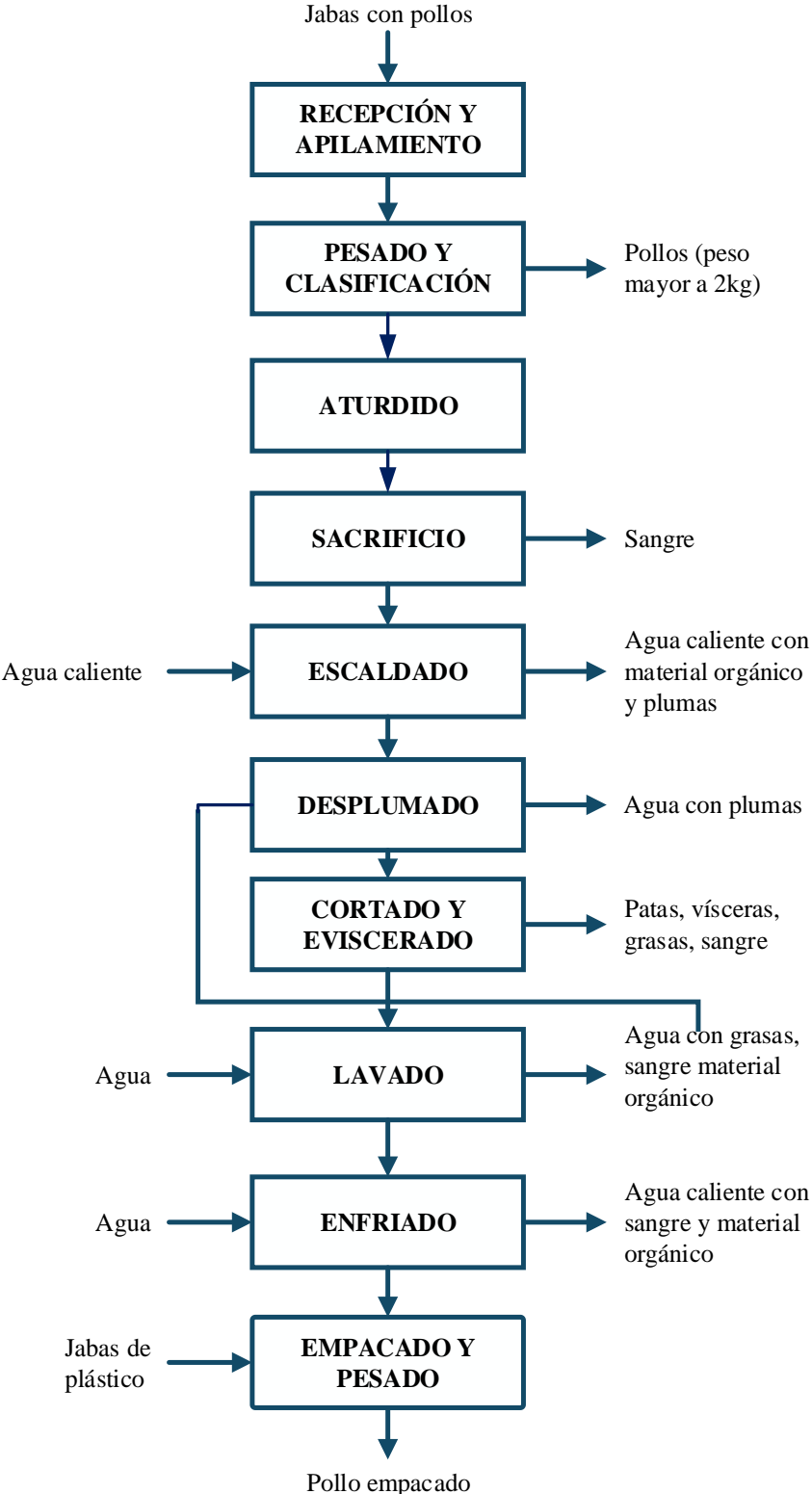


Figura 9. Diagrama de bloques del proceso mejorado del faenado de pollos tipo “brasa”

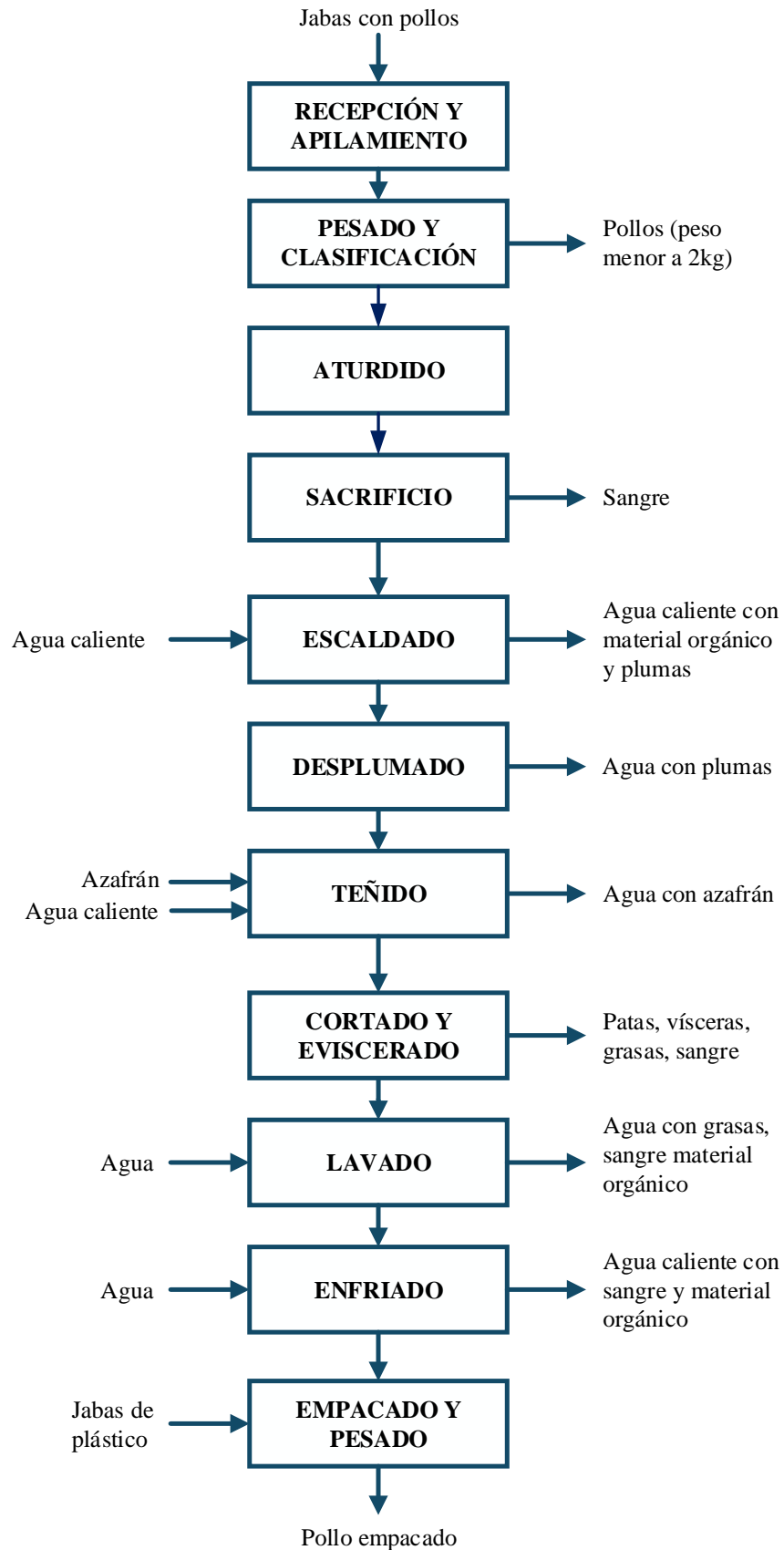


Figura 10. Diagrama de bloques del proceso mejorado del faenado de pollos tipo “carne”

3.1.2. Consumo de agua

En la **Figura 11** se observa el volumen de agua potable consumido desde el mes de abril del 2017 al mes de marzo del 2018, según lo muestra EPSEL en su recibo (**Anexo 2**). Siendo diciembre del 2017, y enero, febrero y marzo del 2018 los meses que registran más consumo. En la **Figura 12** observamos el pago realizado en los últimos doce meses en base al volumen de agua utilizada en la empresa. El costo por consumo de agua de todo el año fue de 8 131,3 soles. En la **Tabla 11** se muestra el costo por el servicio de agua en la categoría industrial.

Tabla 11. Tarifario industrial por consumo de agua

Tipo de costo	Ítems			Total
	IGV	Servicio de agua	Servicio de desagüe	
Variable (por m ³)	S/ 1,891	S/ 7,268	S/ 3,211	S/ 12,370
Fijo				S/ 1,410

Fuente: Recibo de EPSEL

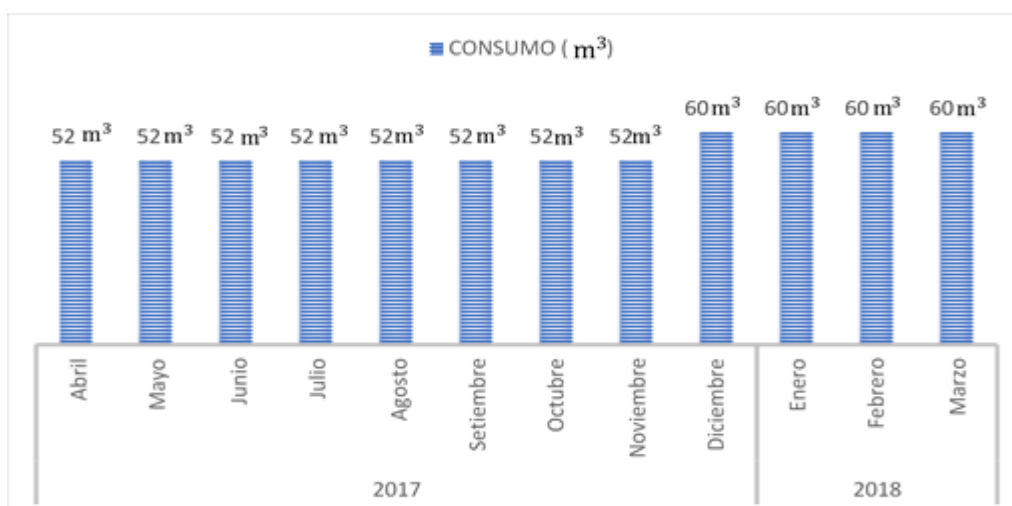


Figura 11. Control del consumo de agua potable en metros cúbicos

Fuente: Recibo de EPSEL

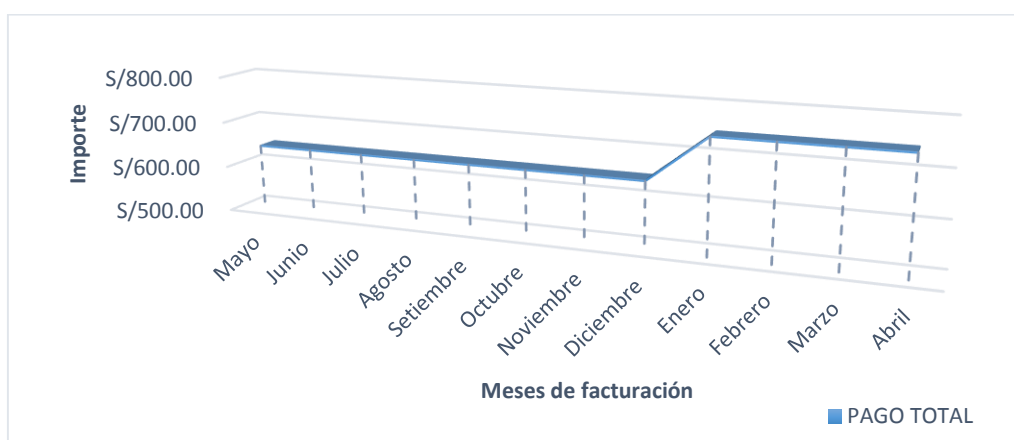


Figura 12. Evolución del importe total a pagar mensual

Fuente: Recibo de EPSEL

Sin embargo, la cantidad de consumo de agua indicado en el recibo emitido por EPSEL no son los que realmente corresponden. El Centro de Beneficio María de Fátima no cuenta con un medidor de agua, el cual permita conocer el verdadero consumo. Por esta razón se recolectó información de la empresa con la finalidad de saber el consumo real y actual del proceso. Para ello, primero se identificó las etapas que tienen más consumo dentro del proceso (*Tabla 12*).

Tabla 12. Etapas del proceso que requieren agua como insumo

Tipo de pollo	Carne	Brasa
	Teñido	Desplumado
Etapas que requieren agua	Escaldado, lavado, enfriado	

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

Las etapas mencionadas en la *Tabla 12* se describen a continuación según la información obtenida en el Centro de Beneficio, mediante la observación del proceso, consultas a los operarios y cálculos realizados.

Teñido: La etapa del teñido solo se realiza para el pollo carne, y consiste en teñir el ave con azafrán disuelto en agua caliente, con el fin de darle un color amarillento. Los pollos son incorporados a la olla en grupos de cuatro unidades, el operario repite esta acción 5 veces antes de agregarle agua adicional (5 litros). La cantidad de agua consumida para 1 200 pollos en esta etapa es de 0,31 m³ al día.

Desplumado: Si bien se despluma ambos tipos de pollos, solo el pollo brasa emplea agua, ya que la máquina que se utiliza en esta actividad requiere de este insumo. Los pollos son incorporados en grupos de 8 unidades. En esta etapa se utiliza al día 0,02 m³ de agua, la cual es extraída de la etapa de lavado.

Escaldado: Para esta etapa, como se observa en la *Figura 13*, se utiliza una olla. El agua utilizada durante el proceso es de 0,660 m³. El pollo brasa emplea 3,6 h/día en el proceso, por esta razón su consumo es de 0,264 m³/día. Así mismo, el pollo carne tiene un consumo de 0,396 m³/día, puesto que el proceso emplea 5,4 h/día.



Figura 13. Escaldado

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

Lavado: Esta etapa, se realiza en ambos tipos de pollo empleando dos noques como se observa en la *Figura 14*. Además, se suministra agua a través de un caño (*Figura 15*), el cual está en un rocío permanente durante todo el proceso de faenado (9 horas), de esta manera se evidencia el elevado consumo de agua. Este problema es habitual en los Centros de beneficio según la investigación de Fernández y Betancourt [9], generando un impacto negativo elevado sobre el recurso hídrico. En consecuencia, es la etapa que tiene mayor consumo de agua, ya que emplea 7,22 m³ al día.

Además, se calculó el caudal máximo con la finalidad de conocer la cantidad de agua que utiliza la etapa antes mencionada. Para determinar su valor se realizó el siguiente procedimiento:

- Se llenó un balde de agua de 20 litros con el caño que suministra el agua en esta etapa.
- Se midió el tiempo que se conllevó el llenado del balde. (1,5 minutos)
- Los datos obtenidos se colocaron en la fórmula para hallar el caudal:

$$Q(\text{caudal}) = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

$$Q(\text{caudal}) = \frac{20 \text{ litros} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}}}{46 \text{ s}}$$

$$Q(\text{caudal}) = 4,348 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q(\text{caudal}) = 4,348 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 3600 \text{ s}$$

$$Q(\text{caudal}) = 1,565 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

El caudal es de 1,565 m³/h, por lo tanto, con este valor se puede calcular el consumo de agua en el proceso de faenado de pollo como se puede observar en la **Tabla 13**, el cual es de 5,635 m³ al día en el caso del tipo de pollo carne. De la misma forma, el tipo de pollo carne tiene un consumo de 8,452 m³ al día.

Tabla 13. Consumo de agua al día por tipo de pollo (m³) en la etapa de lavado

Tipo de pollo	Duración del proceso (h)	Consumo de agua al día (m ³)
Brasa	3,6	5,635
Carne	5,4	8,452
Total	9	14,087



Figura 14. Área de lavado

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima



Figura 15. Elevado consumo de agua

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima



Figura 16. Enfriado del pollo brasa

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima



Figura 17. Enfriado del pollo carne

Fuente: Centro de beneficio María de Fátima

Enfriado: Tiene como fin disminuir la temperatura del pollo para posteriormente ser empacado y pesado. Cabe resaltar que esta etapa se realiza de manera distinta en cada tipo de pollo, por un lado, para el pollo brasa se emplean durante todo el proceso (9h) 16 cilindros (*Figura 16*) con una capacidad de 200 litros cada uno, las aves son incorporadas en grupos de 25 unidades, por lo que en 800 unidades se obtiene un consumo de agua de $3,2 \text{ m}^3/\text{día}$. Mientras que, para el pollo carne se utiliza un promedio de $1,60 \text{ m}^3$ de agua al día, ya que se emplean 2 baldes de 20 litros para “baldear” a cada grupo de 30 unidades de pollos formados en el piso. (*Figura 17*).

En la *Tabla 14* se observa el consumo total de agua en el proceso de faenado de pollos del Centro de Beneficio María de Fátima, determinándose que su consumo al día es de $21,411 \text{ m}^3$, el cual representa $7\,707,913 \text{ m}^3$ al año.

Tabla 14. Consumo de agua total (m^3)

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)	Consumo de agua (m^3)			
		Por pollo	Diario	Mensual	Anual
Brasa	800	$1,217 \times 10^{-2}$	9,732	291,970	3 503,645
Carne	1 200	$9,732 \times 10^{-3}$	11,679	350,356	4 204,268
Total	2 000	$2,15 \times 10^{-2}$	21,411	642,326	7 707,913

Así mismo, en la *Tabla 15* se muestra el consumo de agua por pollo, siendo el pollo brasa el que tiene mayor consumo con $1,217 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ al día.

Tabla 15. Consumo de agua por tipo de pollo (m^3)

Tipo de pollo	Consumo de agua por etapas (m^3)						Total (m^3)
	Teñido	Desplumado	Escaldado	Lavado	Enfriado	Limpieza	
Brasa		$2,500 \times 10^{-5}$	$5,100 \times 10^{-4}$	$7,043 \times 10^{-3}$	4×10^{-3}	$5,870 \times 10^{-4}$	$1,217 \times 10^{-2}$
Carne	$2,583 \times 10^{-4}$		$5,100 \times 10^{-4}$	$7,043 \times 10^{-3}$	$1,333 \times 10^{-3}$	$5,870 \times 10^{-4}$	$9,732 \times 10^{-3}$
Total	$2,583 \times 10^{-4}$	$2,500 \times 10^{-5}$	$1,020 \times 10^{-3}$	$1,409 \times 10^{-2}$	$5,333 \times 10^{-3}$	$1,174 \times 10^{-3}$	$2,190 \times 10^{-2}$

Posteriormente, en la *Tabla 16* se identificaron las etapas del proceso de beneficio que usan más volumen de agua. Si bien es cierto, la etapa de desplumado del pollo brasa utiliza agua, no se ha considerado en el análisis, debido a que se utiliza agua residual proveniente de la etapa de lavado la cual se encuentra en 2 noques.

Tabla 16. Consumo de agua potable del Centro de beneficio María de Fátima

Etapa	Total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	80%-20%
Lavado	14,09	66,98%	66,98%	80%
Enfriado	4,80	22,82%	89,81%	80%
Limpieza	1,17	5,58%	95,39%	80%
Escaldado	0,66	3,14%	98,53%	80%
Teñido	0,31	1,47%	100%	80%
Total	21,03	100%		

La etapa de lavado y enfriado presentan un mayor consumo de agua, con un porcentaje de 66,98% y 22,82% respectivamente. En la **Figura 18** observamos el diagrama de Pareto, del cual podemos asumir, que el 80% del problema de alto consumo de agua es causado por la etapa de lavado y la de enfriado.

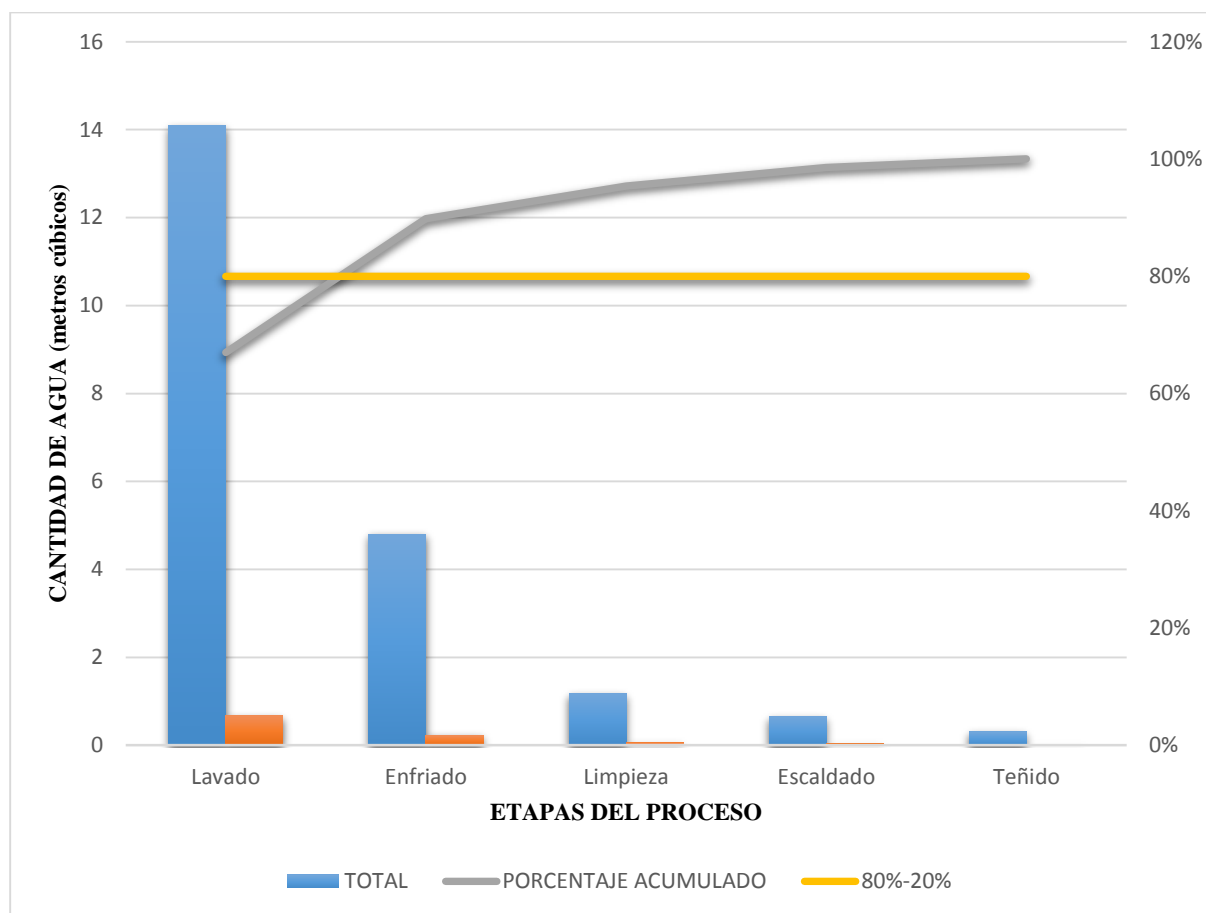


Figura 18. Diagrama de Pareto, consumo de agua por etapas

Finalmente, se elaboró un balance de materia general del proceso de beneficio en cada tipo de pollo como se observa en las **Figuras 19** y **Figura 20**.

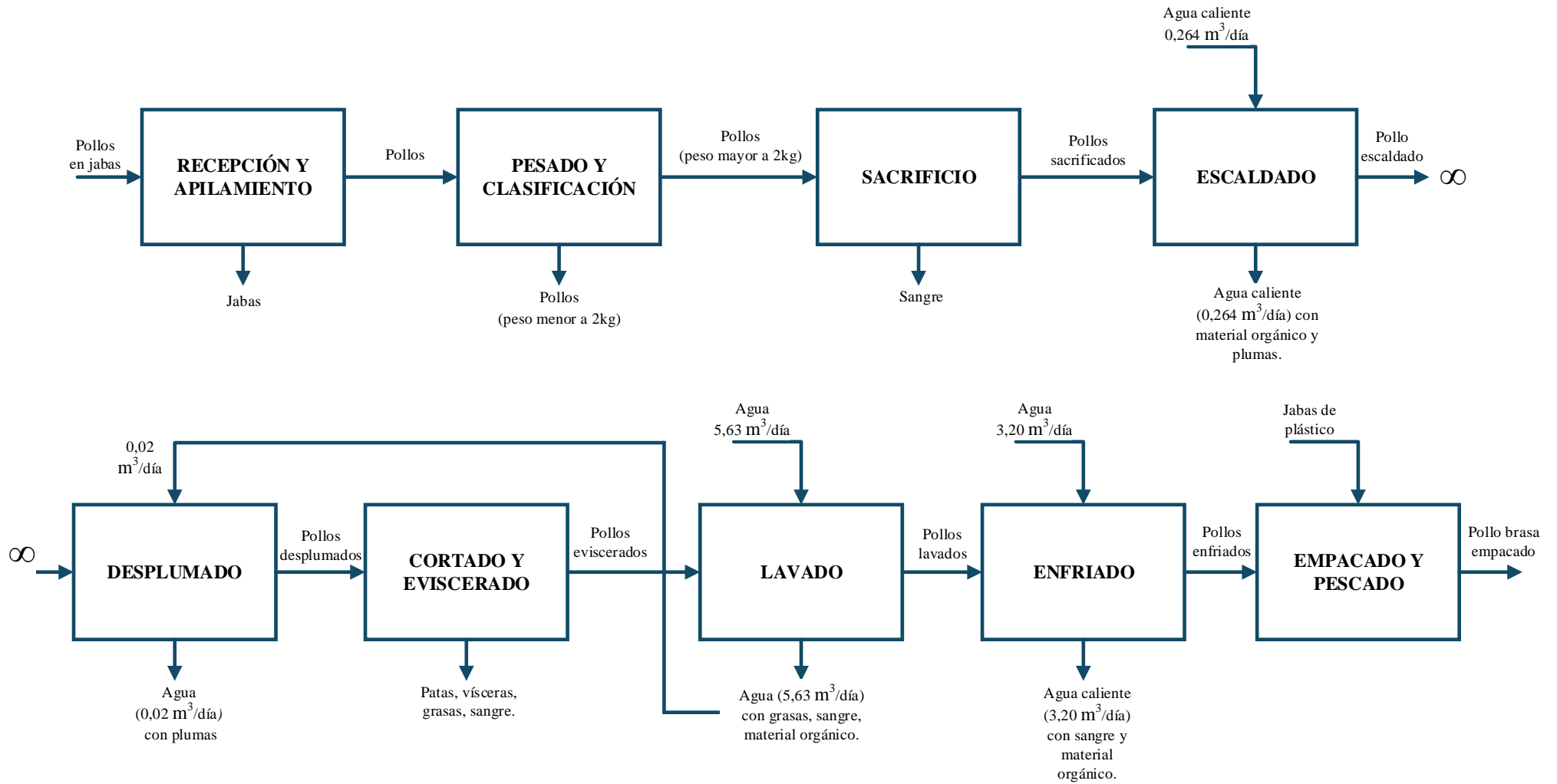


Figura 19. Balance de materia respecto al recurso agua del tipo de pollo brasa

Fuente: Centro de Beneficio María de Fátima

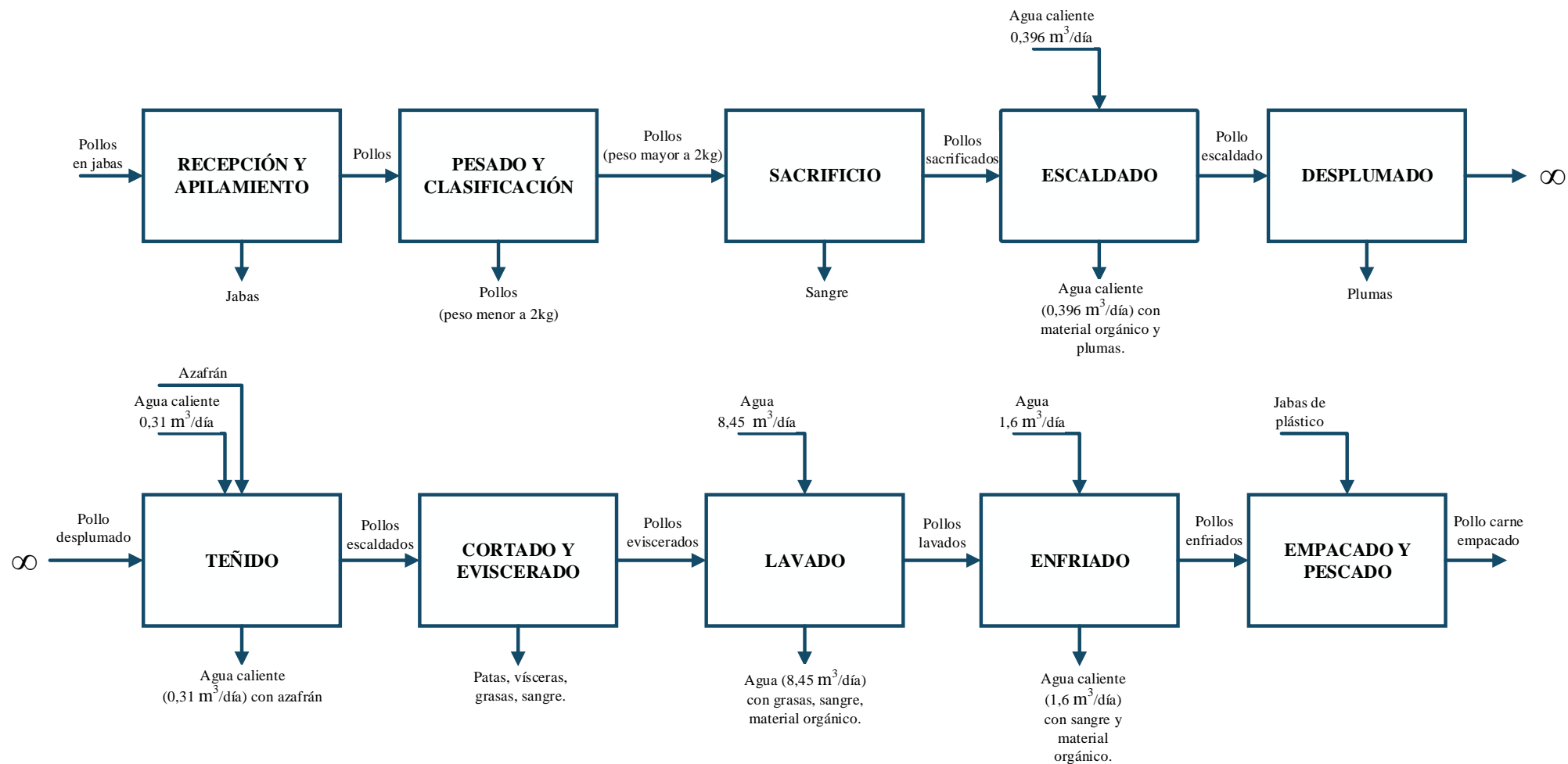


Figura 20. Balance de materia respecto al recurso agua del tipo de pollo carne

Fuente: Centro de Beneficio María de Fátima

3.1.3. Impacto ambiental

Para conocer la situación actual respecto el impacto ambiental del Centro de beneficio María de Fátima, fue necesario identificar los impactos existentes a través de una lista de chequeo, y posteriormente, utilizar como metodología la matriz de Leopold con el fin de valorizar los impactos encontrados.

3.1.3.1. Identificación del impacto ambiental

Se identificó los impactos en cada etapa del proceso de beneficio y limpieza del Centro de beneficio, utilizando como metodología la lista de chequeo, la cual se encuentra en la **Tabla 17**.

Tabla 17. Lista de chequeo - Identificación de impactos

Proceso	Etapas	Aspecto	Impacto
Beneficio	Recepción y apilamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos (excremento, plumas) • Generación de olores • Generación de ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Problemas de drenaje
	Sacrificio	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos (sangre, plumas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de drenaje
	Escaldado	<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo de agua • Generación de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Calidad del agua
	Desplumado	<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo de agua • Generación de aguas residuales • Generación de residuos sólidos (plumas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Calidad del agua • Problemas de drenaje
	Teñido	<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo de agua • Generación de aguas residuales con azafrán 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Calidad del agua
	Eviscerado	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de olores • Generación de residuos sólidos (vísceras) 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Problemas de drenaje
	Lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Generación de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Calidad del agua
	Enfriado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Generación de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Calidad del agua
Limpieza	Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Generación de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Calidad del agua
Vertimiento	Vertimiento de aguas sin tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de olores • AR con elevada carga orgánica y residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Problemas de drenaje

3.1.3.2. Valoración del impacto ambiental

Se elaboró la matriz de Leopold, la cual se muestra en la *Tabla 20* donde se presenta la valoración de los impactos encontrados en el Centro de beneficio María de Fátima según el factor ambiental. Para su elaboración se utilizó dos escalas de valoración, la de magnitud y la de importancia que se observan en la *Tabla 18* y *Tabla 19*, respectivamente.

La escala de magnitud considera los números del 1 al 10, siendo el 10 la alteración máxima existente en el factor ambiental valorado, y el número 1 la mínima. La magnitud siempre va expresada con un signo según sea el impacto, negativo (-) o positivo (+). Así mismo, se coloca el color indicado de la *Tabla 18*.

Tabla 18. Escala de magnitud

ESCALA DE MAGNITUD		+	-
Puntual	1 a 2		
Parcial	3 a 4		
Intermedia	5 a 6		
Extensa	7 a 8		
Total	9 a 10		

La escala de importancia, indica el peso relativo que el factor ambiental tiene dentro del proyecto. En la *Tabla 19*, se observa la escala con números del 1 al 10 con colores, los cuales se emplearon en la matriz de Leopold.

Tabla 19. Escala de importancia

ESCALA DE IMPORTANCIA	
Muy baja	1 a 2
Baja	3 a 4
Moderada	5 a 6
Alta	7 a 8
Muy alta	9 a 10

Para obtener el valor del impacto por cada factor ambiental, primero se multiplica la magnitud y la importancia de cada etapa considerada (desde la recepción y apilamiento hasta el vertimiento de agua sin tratamiento). Posteriormente, se suma el resultado encontrado en cada etapa. Se obtuvo mayor impacto negativo en la calidad de agua (-51).

Tabla 20. Matriz de Leopold - Situación actual

Medio	ACCIONES Factores Ambientales afectados		Operaciones												Promedios positivos	Promedios negativos	Impacto por subcomponentes	Impacto por componentes	Impacto Total del proyecto
			RECEPCIÓN Y APLAAMIENTO	PESADO Y CLASIFICACIÓN	SACRIFICIO	ESCALDADO	DESPLUMADO	TEÑIDO	CORTADO Y EVISCERADO	LAVADO	ENFRIADO	EMPACADO Y PESADO	LIMPIEZA	VERTIMIENTO DE AGUA SIN TRATAMIENTO					
Físico	Agua	Consumo de agua				-1	-1	-1		-1	-1		-1						-37
		Calidad del agua			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1					-51
	Aire	Calidad del aire				-1		-1											-2
		Olores			-1	-1		-1	-1	-1	-1				-1				-28
		Material particulado	-3	-1			-1							-1					-13
		Ruido	-3	-1	-1								-1						-17
	Suelo	Problemas de drenaje			-1		-1		-1	-1				-1	-1				-32
Biológico	Paisaje	Cambios en la estructura del paisaje	-3															-9	
Socioeconómico	Económico	Nivel de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
	Población	Salud	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1								-10
Promedio Positivos																			
Promedios Negativos			-24	-7	-25	-16	-25	-16	-18	-26	-14	-2	-16	-10					
Total de impactos por acciones			-24	-7	-25	-16	-25	-16	-18	-26	-14	-2	-16	-10					

3.1.3.3. Descripción de los principales impactos encontrados

Luego de valorizar los impactos en la matriz de Leopold, es necesario realizar una descripción de los impactos más relevantes siendo los factores ambientales afectados el agua y el suelo, ambos del medio físico. En la **Tabla 21** y **Tabla 22** se presenta la descripción de ambos factores.

Tabla 21. Descripción del factor ambiental agua

Calidad de agua	Factor relacionado al estado en que se altera dicho componente ya sea en sus características físicas o químicas, volviéndolo apto o no para el consumo humano. Sobre todo, resaltando que el agua residual es expulsada a las canaletas, las etapas de Lavado, enfriado, escaldado, teñido, desplumado, la limpieza son las que afectan este factor. Se obtiene una valoración de impacto ambiental negativo de -51.
Consumo de agua	Factor relacionado a las cantidades empleadas de este recurso en las diversas etapas para el proceso de beneficio de pollos y la limpieza de las instalaciones. Este componente es vital para la vida y por lo tanto debe de ser empleado de forma óptima sin desperdiciarla en demasía. Es así que las operaciones de lavado, enfriado, limpieza, escaldado, teñido y desplumado; afectan directamente a este factor y son las etapas donde se debe analizarse con cuidado para la optimización de dicho recurso. Se obtiene una valoración de impacto ambiental negativo de -37.

Tabla 22. Descripción del factor ambiental suelo

Problemas con el drenaje	Factor afectado por la diversa cantidad de material orgánico o residuos producto de las diversas etapas. Los residuos como las plumas, residuos de vísceras, sangre, excremento causan problemas en el drenaje. Su valoración es de -32 siendo un impacto negativo.
---------------------------------	---

3.1.3.4. Propuestas de mitigación de los impactos encontrados

A continuación, en la **Tabla 23**, se observa las propuestas de mitigación respecto al impacto negativo encontrado. Las medidas van dirigidas a los factores ambientales más afectados, según la matriz de Leopold.

Tabla 23. Propuestas de mitigación

Factor ambiental	Propuesta	Parámetro a monitorear / Actividades	Responsable
Calidad del agua	Tratamiento de aguas residuales	pH, DBO ₅ , DQO, SST	Especialista en el tratamiento
Agua	Control en la etapa de lavado por medio de un grifo a presión	Cantidad de agua utilizada en el proceso	Dueño del Centro de beneficio
	Capacitación a los operarios sobre el uso eficiente del agua	Evaluaciones	
Suelo	Manejo de residuos: Plumas: Alimento balanceado Sangre: Recolección y venta Vísceras: Compostaje Limpieza de excremento de pollos	Limpieza del centro de beneficio Cantidad de residuos	Expositor especialista

En la **Tabla 23**, se observa, además, los parámetros a monitorear, así como el responsable de cada actividad. Sin embargo, en esta investigación solo se desarrollará la propuesta que afecte la calidad del agua, al ser la de mayor impacto negativo en el ambiente.

3.2. Características físico-químico de las aguas residuales

3.2.1. Muestreo

La toma de muestras de las aguas residuales del centro de beneficio es una actividad realizada con la finalidad de conocer las características físico-químicas, por ello es necesario que las muestras sean representativas para que de esta manera el resultado sea confiable. Para la toma de muestra se consideró lo establecido por DIGESA referido al muestreo, conservación y envío de muestras al laboratorio. Por otro lado, el muestreo realizado es considerado simple, ya que la muestra de agua residual fue tomada en un punto fijo o determinado.


La toma de muestra efectuada se realizó a las 4:15 a.m. Posteriormente, se trasladó las muestras en dos botellas de polietileno (**Figura 21**) esterilizadas de 1 000 ml cada una al laboratorio SINVIOL ubicada en la calle 8 de octubre N°176 – Lambayeque. En donde se realizaron los análisis (**Anexo 4**) de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales, con la finalidad de conocer sus valores, para posteriormente compararlos con la normativa y que a la vez esta información sirva como base para determinar el tratamiento más adecuado.



Figura 21. Muestra del efluente

3.2.2. Características de las aguas residuales

En la **Figura 22**, se observa los resultados de laboratorio:



SINBIOL e.i.r.l.
SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA
Licencia Municipal: N° 107/2016-MPL-GFDE - SGFE, Reg. de marca 1017981 INDECOPI

INFORME DE ENSAYOS

N° 0389 -2019

SOLICITANTE:	MILAGROS AYME MESTANZA ALTAMIRANO
DIRECCIÓN:	Mz. 25 Lt. 17Calle Lima Urb. Sta. Rosa- CHICLAYO.
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL DE CENTRO DE BENEFICIO DE AVES
CÓDIGO CLIENTE / RS:	126 -1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CENTRO DE BENEFICIO MARÍA DE FATIMA- calle Coricancha- La Victoria- Chiclayo
FECHA Y HORA DE MUESTREO	05/04/2019 H: 4:30 A.M.
RECOLECTOR DE LA MUESTRA:	Solicitante
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	05/04/2019 H: 5:30 A.M.
FECHA Y HORA DE ANÁLISIS:	05/04/2019 H: 9:50 A.M.
NÚMERO DE MUESTRAS:	2 con aprox. 01 Lt.
ANÁLISIS SOLICITADO:	Temperatura, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅), Demanda Química de Oxígeno DQO, Sólidos suspendidos totales

RESULTADOS:


ENSAYOS	RESULTADO	UNIDAD
1. pH. A 25º	7.42	---
2. Temperatura	45	°C
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,100	mg/L
4. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	3,870	mg/L
5. Sólidos suspendidos Totales (S.S.T.)	1,120	mg/L


MÉTODOS USADOS:

pH	SMEWW 4500-H ⁺ 8.2nd. Ed. 2017 - Electrometric Method
DBO ₅	SMEWW 5210 B, 2nd. Ed. 2017 - Biochemical Oxygen Demand
DQO	Procedimientos simplificados de análisis químicos de aguas residuales OPS/CEPS/PUS/95.8. Pág. 82 - 88
Sólidos totales suspendidos	SMEWW 2540 D, 2nd. Ed. 2017 - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

OBSERVACIONES

1. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
2. El informe es válido si lleva las firmas oficiales del personal autorizado y cualquier enmienda en el documento lo invalida.
3. El informe de ensayo es válido sólo para la cantidad recibida y objeto de evaluación.
4. Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL - D4.
5. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización previa y expresa de SINBIOL, e.i.r.l.





JEFE DE LABORATORIO - SINBIOL ERL
Lic. Graciela Albino Cornejo
CBP 2452

SIB-PT-10 F1 Rev. 01 31/01/2019
Lambayeque, 11 de abril de 2019

Pág. 1 de 1

Calle 8 de Octubre N° 172 - 176 - Lambayeque Telef. (074)282761 Cel: 981603777- 950829388 - 922770199
 Email: informes@sinvbiol.com, graciela.albino@sinvbiol.com, victor.romero@sinvbiol.com

Figura 22. Resultados de laboratorio

Fuente: Laboratorio Synvbiol

Los resultados del análisis de agua residual realizado del Centro de Beneficio María de Fátima en el laboratorio SINVBIOL se detallan en la **Tabla 24**, en donde se comparan los parámetros físicos – químicos obtenidos con los límites máximos permisibles para descargas del efluente dados por el Ministerio del ambiente (MINAM).

Tabla 24. Valores encontrados en el Centro de Beneficio María de Fátima

Parámetro	Unidades	Límites máximos permisibles (LMP)	Valores encontrados
GENERALES			
pH	unidad	6 – 9	7,42
TEMPERATURA	Celsius	< 35	45
SST	mg/l	300	1 120
ORGÁNICOS			
DBO ₅	mg/l	250	2 100
DQO	mg/l	500	3 870

Por consiguiente, se puede expresar lo siguiente:

- El valor del parámetro pH (7,42 unidades) de los efluentes del Centro de Beneficio se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles, ya que según lo establecido los efluentes deben ser vertidos cuando el valor máximo permisible del pH se encuentre entre 6 y 9 unidades.
- Además, el valor del parámetro DBO₅ se encuentra fuera de los límites máximos establecidos, debido a que según los resultados obtenidos en el análisis su valor es de 2 100 mg/l. Así mismo, al analizar el parámetro DQO se obtuvo un valor de 3 870 mg/l, de esta manera se demuestra que se encuentra fuera de los LMP, ya que como se sabe, la DBO₅ y DQO no deben sobrepasar los 250 mg/l y 500 mg/l, respectivamente.
- De igual manera, el parámetro de sólidos suspendidos totales – SST analizado del Centro de Beneficio tiene un valor de 1 120 mg/l, encontrándose fuera del límite máximo establecido para descarga (300 mg/l).

Para finalizar, se puede decir que los efluentes que provienen del Centro de Beneficio María de Fátima deben recibir un tratamiento antes de ser vertidos, con la finalidad de disminuir la carga orgánica y contaminante de su estructura. Por consiguiente, será necesario definir el tipo de sistema que debe ser implementado para disminuir la contaminación existente en el efluente.

3.3. Evaluación del sistema de tratamiento más adecuado y diseño de la propuesta

3.3.1. Determinación del tipo de tratamiento

Antes de la evaluación de tratamientos para la reducción de la carga orgánica como DBO₅, DQO o grasas y aceites (A y G) se determinó realizar un tratamiento previo o preliminar por desbaste.

3.3.1.1. Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar busca separar los sólidos gruesos del agua residual, ya que, si no se realiza esta separación, estos sólidos pueden causar complicaciones mecánicas en el sistema de tratamiento. [30]

- **Filtración por Rejas de Desbaste:** A través del desbaste se asegura el correcto funcionamiento y eficiencia de las etapas consecutivas del sistema, evitando el deterioro a los equipos. Se colocarán dos tipos de desbaste: desbaste grueso y desbaste fino, con la finalidad de retener la mayor cantidad posible de residuos y materias generados en el proceso de beneficio de pollos (plumas, grasas, restos de vísceras, entre otros).

3.3.1.2. Tratamiento primario

Para el tratamiento primario del efluente se evaluarán los siguientes tratamientos:

- Clarificación por Sistema DAF
- Oxidación avanzada
- Electrocoagulación

3.3.1.2.1. Factores

Los tipos de tratamiento antes mencionados se evaluarán mediante el método de factores ponderados con el fin de seleccionar el proceso más adecuado. A continuación, se detallan los factores determinados para esta evaluación:

A. Eficiencia de remoción

Este factor es uno de los más importantes, ya que con la eficiencia de remoción de DBO₅, DQO y SST, podemos decidir de manera más clara por el tratamiento adecuado. En la **Tabla 25** se muestra la eficiencia de remoción de los tratamientos a evaluar. Además, según Muñoz [31], la eliminación de las grasas del agua residual es más eficiente a través de la flotación por aire disuelto, en el caso de ser desechos de carne. Así mismo, Bolaño [32] asegura que la eficiencia del sistema DAF supera el 80 % en remoción.

Tabla 25. Eficiencia de remoción de cada tipo de tratamiento

Tipo de tratamiento	Eficiencia de Remoción (%)			Fuente
	DQO	DBO ₅	SST	
Clarificación por Sistema DAF	91%	-	83%	Sánchez, Caldera y Gutiérrez [5]
Oxidación avanzada	12,54%	44,4%	-	Sánchez y García [6]
Electrocoagulación	87 %	-	-	Aguilar [33]

B. Costos de tecnología

La finalidad de analizar los costos de tecnología es determinar la factibilidad de cada tratamiento evaluado en base a sus costos. Para esta investigación, se tomaron en cuenta los costos de operación y de mantenimiento, los cuales incluye el costo de mano de obra, costo de energía eléctrica, materiales y herramientas. En la **Tabla 26**, se resume la información de los 3 tipos de tratamiento respecto al factor mencionado.

Tabla 26. Costos de tecnología de cada tipo de tratamiento

Tipo de tratamiento	Costos	Fuente
Clarificación por Sistema DAF	Bajos costos operativo, y de construcción.	De Turrís, <i>et al.</i> [36]
Oxidación avanzada	Los costos de inversión y operación pueden ser elevados. Además, es necesario mano de obra especializada.	Bes, Silva y Bengoa [35]
Electrocoagulación	Los costos de operación son menores que los de procesos convencionales. [36] Los costos de operación y montaje son menores que los de la coagulación química. [37]	Arango [36] Arango, Garcés, Molina y Piedrahita [37]

C. Generación de desechos

Este factor es importante para la investigación, ya que se busca reducir el impacto ambiental. Lodos que se produzcan como residuo tienen que ser tratados. Los desechos provenientes de los procesos de clarificación por sistema DAF, oxidación avanzada y electrocoagulación son lodos compactos y en menor cantidad lo que facilita su disposición final, sin embargo, en la electrocoagulación, los lodos contienen altas concentraciones de hierro y aluminio. [36]

D. Área del terreno requerida

Este criterio pretende conocer la existencia de un área libre o disponible dentro del centro de beneficio, y de esta manera determinar si es factible o no la instalación de un sistema de tratamiento. Por ello, se visitó a la empresa para medir el área (795,890 m²), el Centro de Beneficio María de Fátima cuenta con el espacio necesario para incluir un sistema de tratamiento. El plano de la empresa se encuentra en la **Figura 33**. Además, el sistema DAF requiere poca área del terreno en comparación a otros sistemas. [36]

E. Consumo de energía

Muchos sistemas de tratamiento requieren del consumo de energía para su funcionamiento, por ello este factor es determinante a la hora de evaluar los costos. De los tratamientos que se están evaluando, el proceso de oxidación avanzada suele emplear reactivos caros como el peróxido de hidrógeno o el ozono, o consumir grandes cantidades de energía. [35] El sistema DAF presenta un bajo consumo de energía.

3.3.1.2.2. Confrontación de factores

En la **Tabla 27** se aprecia la matriz de confrontación de los factores ponderados, en donde se define el porcentaje de cada factor según su importancia. Posteriormente, se utilizará los porcentajes para determinar el tratamiento. Para facilitar la interpretación en la matriz, a cada factor se le asignó las siguientes letras:

- Eficiencia de remoción (A)
- Costos de tecnología (B)
- Generación de desechos (C)
- Área del terreno (D)
- Consumo de energía (E)

Tabla 27. Confrontación de factores ponderados

Factor	A	B	C	D	E	Conteo	Ponderado (%)
A	-	1	1	1	1	4	27%
B	1	-	1	1	1	4	27%
C	1	1	-	1	0	3	20%
D	1	1	0	-	0	2	13%
E	1	1	0	0	-	2	13%
Total						15	100 %

Se empleó la escala de la **Tabla 28** con un puntaje del 1 al 5 para posteriormente realizar la calificación de los 3 tratamientos de acuerdo a la información descrita de cada factor, la calificación se multiplica por el valor ponderado y de esta forma se obtiene el puntaje. Posteriormente, se elige el tratamiento con mayor puntaje como se aprecia en la **Tabla 29**.

Tabla 28. Escala de calificación

Escala	Puntaje
Excelente	5
Muy buena	4
Buena	3
Regular	2
Mala	1

Tabla 29. Calificación de los factores para cada uno de los procesos

Tratamiento		Clarificación por sistema DAF		Oxidación avanzada		Electrocoagulación	
Factor	Ponderado (%)	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
A	27%	5	1,33	2	0,53	4	1,07
B	27%	4	1,07	3	0,80	5	1,33
C	20%	3	0,60	3	0,60	2	0,40
D	13%	4	0,53	3	0,40	4	0,53
E	13%	4	0,53	2	0,27	4	0,53
Total	100%	20	4,07	13	2,60	19	3,87

Después de clasificar los factores en los tres tratamientos evaluados, se determinó que el tratamiento de aguas residuales más adecuado es la clarificación por medio del sistema DAF, ya que obtuvo un puntaje de 4,07.

3.3.2. Descripción del sistema propuesto

El sistema de tratamiento que se propone en esta investigación empieza con el ingreso del efluente avícola al desbaste grueso, para posteriormente ingresar al desbaste fino, donde se eliminan residuos como plumas, vísceras, y sólidos pequeños. Posteriormente, se almacena el agua residual en un colector para luego ser bombeada al Sistema DAF donde se realiza el

tratamiento primario por medio de clarificación, en el cual se emplea Sulfato de aluminio como coagulante a una presión de 40 psi y con 30% de recirculación.

Se ha considerado suministrar secuestrante H₂S y mercaptano para reducir el impacto negativo que puede generar la presencia olores por la existencia de lodos. Además, los lodos serán dispuestos por una Empresa Prestadora de Servicio – EPS.

En la **Figura 23** se observa la secuencia del sistema de tratamiento mediante un diagrama de bloques. Así mismo, se realizó un diagrama de operaciones, el cual se presenta en la **Figura 24**, en donde se consideraron 2 operaciones y 2 inspecciones.

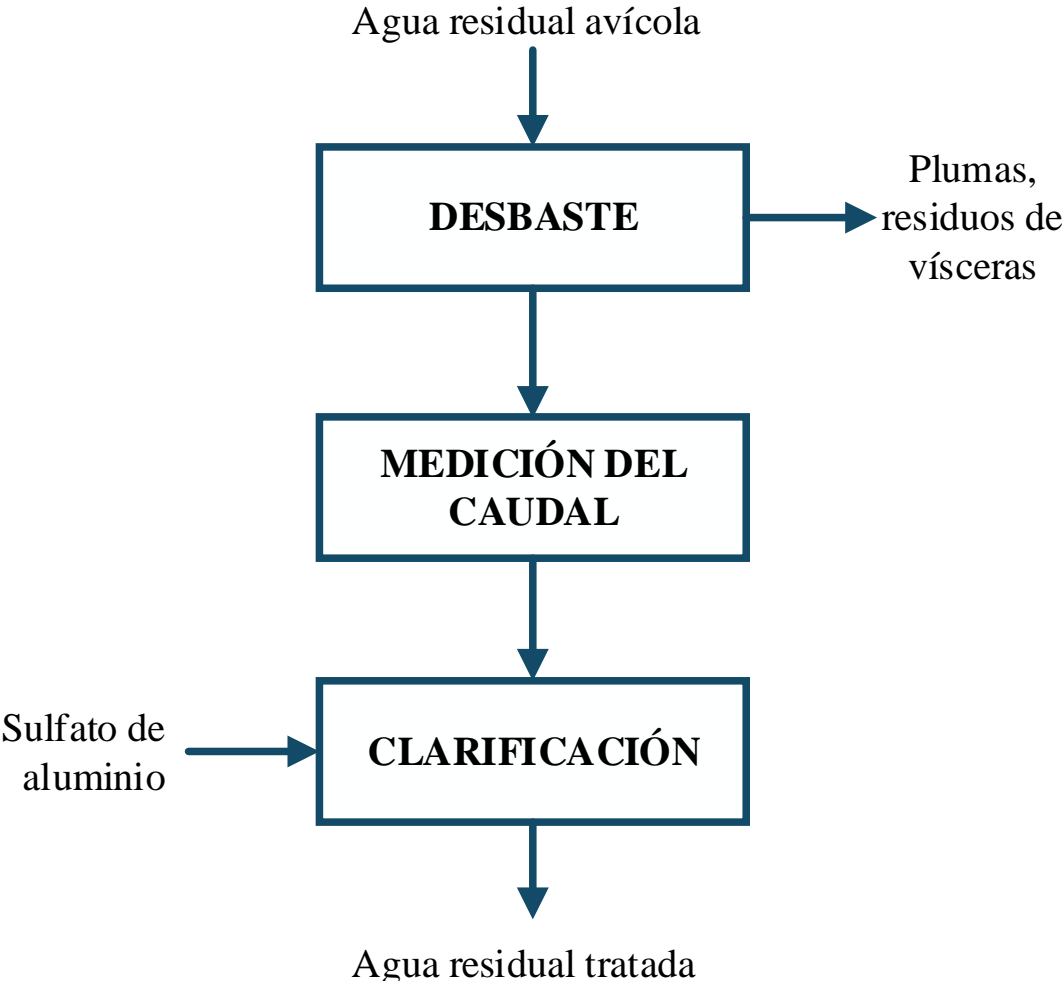


Figura 23. Diagrama de bloques del sistema de tratamiento propuesto

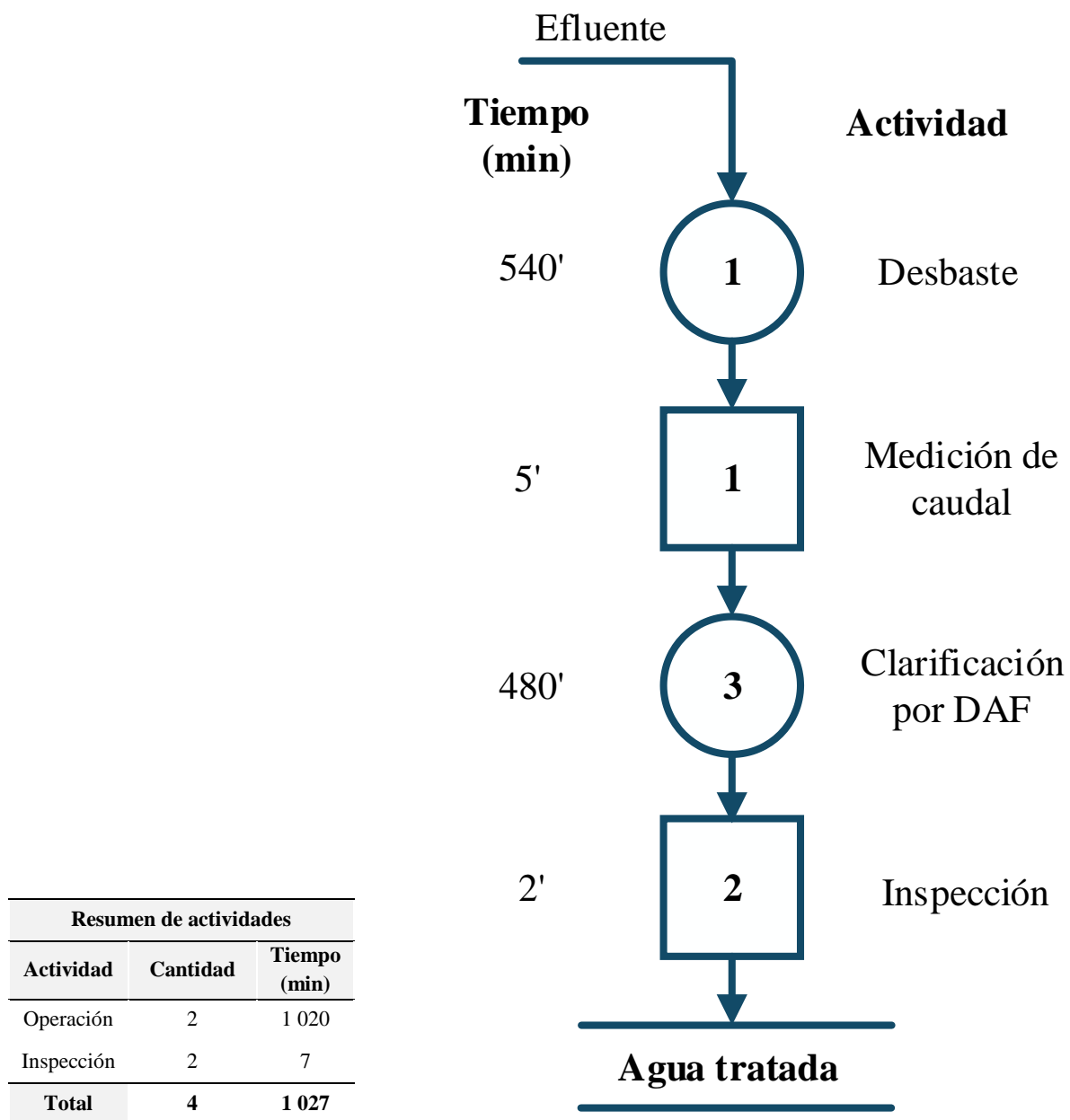


Figura 24. Diagrama de operaciones del proceso propuesto de tratamiento

El agua residual pasará por el desbaste, primera etapa del sistema de tratamiento, durante todo el proceso de faenado (9 h), como la cantidad de efluente no es continuo, este será almacenado en un colector, para que posteriormente pase al sistema DAF mediante una bomba centrífuga, en esta etapa el agua será clarificada durante 8 horas.

3.3.2. Evaluación de proveedores del sistema DAF

Se evaluarán los siguientes proveedores:

- **Proveedor 1:** Jvisi (Fujian) Environmental Protection Equipment Co. Ltd
- **Proveedor 2:** Shandong Better Environmental Protection Technology Co. Ltd
- **Proveedor 3:** Zhejiang Lifeng Environmental Equipment Co. Ltd
- **Proveedor 4:** Techange Environmental Sci-Tech Co. Ltd
- **Proveedor 5:** Wuxi Gongyuan Environmental equipment y Technology Co., LTD

1. Factores: Los proveedores antes mencionados se evaluarán mediante el análisis de los factores ponderados, los cuales se detallan a continuación:

a. Aspecto técnico

En este aspecto se consideraron factores como calidad certificada, plazo de entrega y experiencia en el mercado como se observa en la **Tabla 30**:

Tabla 30. Factores del aspecto técnico

Factor	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5
Calidad certificada	si	si	si	si	Si
Plazo de entrega	25 – 30 días	20 días después del pago inicial	56 días	35 días	30 – 40 días
Experiencia en el mercado	3 años	13 años	7 años	10 años	13 años

b. Aspecto comercial y económico

En este aspecto se consideraron factores como el control del equipo, puerto de llegada, condiciones de pago y la garantía como se observa en la **Tabla 31**:

Tabla 31. Factores del aspecto comercial y económico

Factor	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5
Costo del equipo	USD 23 500	USD 9 400	USD 10 620	USD 9 500	USD 7 100
Puerto de llegada	Fuzhou.CN	Paita	Paita	Filipinas	Paita
Condiciones de pago	TT: 30% + 70% antes de salir de la fábrica	TT: 3 días después de firmar contrato (30%) Antes del envío (70%)	TT: 40% + 60% antes de salir de la fábrica	LC, TT: 30% + 70% antes de salir de la fábrica	LC, TT: 30% + 70% antes de salir de la fábrica
Garantía	12 meses	12 meses	15 meses	12 meses	12 meses

2. Confrontación de factores

En la **Tabla 33** se aprecia la matriz de confrontación de los factores ponderados, para facilitar la interpretación, a cada factor se le asignó letras, las cuales se observan en la **Tabla 32**.

Tabla 32. Factores de selección con asignación de letra

Aspectos	Factores	Letra
Aspecto técnico	Calidad certificada	A
	Plazo de entrega	B
	Experiencia en el mercado	C
Aspecto comercial y económico	Costo del equipo	D
	Puerto de llegada	E
	Condiciones de pago	F
	Garantía	G

Tabla 33. Confrontación de factores ponderados

Factores	A	B	C	D	E	F	G	Conteo	Ponderado (%)
A	-	0	1	0	0	0	1	2	6,90%
B	1	-	1	0	1	1	1	5	17,24%
C	1	0	-	0	0	1	1	3	10,34%
D	1	1	1	-	1	1	1	6	20,69%
E	1	1	1	0	-	1	1	5	17,24%
F	1	1	1	0	0	-	1	4	13,79%
G	1	1	1	0	0	1	-	4	13,79%
TOTAL								29	100%

Se empleó la escala de calificación de la **Tabla 34** con una escala del 1 al 5 para posteriormente emplear esta escala en la selección del proveedor más adecuado, como se aprecia en la **Tabla 35**.

Tabla 34. Escala de calificación

Escala	Puntaje
Excelente	5
Muy Buena	4
Buena	3
Regular	2
Mala	1

Tabla 35. Calificación de los factores para cada uno de los proveedores

Proveedor		1		2		3		4		5	
Factor	Ponderado (%)	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
A	6,90%	5	0,34	5	0,34	5	0,34	5	0,34	5	0,34
B	17,24%	3	0,52	4	0,69	2	0,34	3	0,52	3	0,52
C	10,34%	2	0,21	4	0,41	3	0,31	4	0,41	4	0,41
D	20,69%	1	0,21	4	0,83	4	0,83	4	0,83	4	0,83
E	17,24%	2	0,34	4	0,69	4	0,69	2	0,34	4	0,69
F	13,79%	3	0,41	3	0,41	3	0,41	3	0,41	3	0,41
G	13,79%	3	0,41	3	0,41	4	0,55	3	0,41	3	0,41
Total	100%	19	2,45	27	3,79	25	3,48	24	3,28	26	3,62

Después de realizar la calificación de los factores para cada uno de los proveedores, se determinó que el proveedor de mayor conveniencia para la compra del equipo DAF es el **proveedor 2**: Shandong Better Environmental Protection Technology Co., Ltd.

3.3.2. Diseño de la propuesta

3.2.2.1. Proyección de consumo de agua en el Centro de Beneficio María de Fátima

Según el INEI, el consumo per cápita de pollos en la provincia de Chiclayo es de 20,7 kg/persona [27], el cual se ha mantenido estable desde el año 2008. [28] Además, en el plan de desarrollo urbano de la municipalidad de Chiclayo, se realizó una proyección de la población por distrito hasta el año 2024 (*Anexo 3*), año en que se propone diseñar el sistema de tratamiento para el Centro de beneficio María de Fátima. Con esta información se obtuvo que el porcentaje de crecimiento de consumo de pollo es de 6 %. Por ello, en la *Tabla 36* se muestra la cantidad de pollos pronosticada para el 2024, de la misma manera el consumo de agua también presenta un crecimiento (*Tabla 37*).

Tabla 36. Cantidad de pollos proyectados en el 2024

TIPO DE POLLO	CANTIDAD (unidades)		
	Diario	Mensual	Anual
Brasa	848	25 440	305 280
Carne	1 272	38 160	457 920
TOTAL	2 120	63 600	763 200

Tabla 37. Consumo de agua en el 2024

Tipo de pollo	Consumo de agua (m ³)		
	Diario	Mensual	Anual
Brasa	10,324	309,733	3 716,796
Carne	12,415	372,436	4 469,227
Total	22,739	682,169	8 186,023

Como el proceso dura 9 horas, el caudal en segundos es:

$$Caudal = \frac{22,739 \text{ m}^3}{9 \text{ h} * \frac{3 600 \text{ s}}{1 \text{ h}}} = 7,018 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

En la *Tabla 38* se presenta la evolución de la población de La Victoria en el periodo 2019 – 2024. Así mismo, en la *Tabla 39* se puede observar el consumo de pollo en La Victoria en el mismo periodo. Además, para conocer el consumo de agua del año 2020 al 2024, fue necesario presentar la producción total de pollos en la empresa (*Tabla 40*). Con los valores de las tablas mencionadas, se obtuvo el consumo de agua y su costo de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024, como se observa en la *Tabla 41, 42, 43, 44 y 45*, respectivamente.

Tabla 38. Evolución de la población de La Victoria en el periodo 2019 -2024

Distrito	Población 2019		Población 2020		Población 2021		Población 2022		Población 2023		Población 2024	
	N ^a	%	N ^a	%	N ^a	%	N ^a	%	N ^a	%	N ^a	%
La Victoria	92 655	11,47%	93 901	11,496%	95 148	11,520%	96 394	11,544%	97 641	11,567%	98 887	11,590%
Total	807 737	100%	816 837	100%	825 938	100%	835 038	100%	844 139	100%	853 239	100%

$$\text{Razón}_{\text{victoria}} = 1246,4$$

$$\text{Razón}_{\text{total}} = 9100,4$$

Se puede decir que el pronóstico de la cantidad de población a lo largo de los años tiene un aumento progresivo debido a su razón.

Tabla 39. Consumo de pollo en el distrito de la Victoria en el periodo 2019 -2024

Distrito	Población × Consumo per – cápita (20,7 kg / persona)					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Pollo (kg)	1 917 958,500	1 943 750,700	1 969 563,600	1 995 355,800	2 021 168,700	2 046 960,900
% de aumento con respecto a la producción 2019		1,327%	2,620%	3,879%	5,106%	6,302%

Tabla 40. Producción 2018 - 2019

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)			Consumo por pollo (m ³ /h)
	Diario	Mensual	Anual	
Brasa	800	24 000	288 000	$1,217 \times 10^{-2}$
Carne	1 200	36 000	432 000	$9,732 \times 10^{-3}$
Total	2 000	60 000	720 000	

Tabla 41. Costo por consumo de agua 2020

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)			Consumo de agua (m ³)			Costo por consumo de agua (S/)		
	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual
Brasa	811	24 318	291 822	9,841	295,237	3 542,841	121,721	3 651,635	43 819,624
Carne	1 216	36 478	437 732	11,833	355,005	4 260,055	146,362	4 390,875	52 690,496
TOTAL	2 027	60 796	729 554	21,675	650,241	7 802,896	268,084	8 043,920	96 527,040

Tabla 42. Costo por consumo de agua 2021

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)			Consumo de agua (m ³)			Costo por consumo de agua (S/)		
	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual
Brasa	821	24 629	295 546	9,967	299,005	3 588,057	123,275	3 698,240	44 378,878
Carne	1 231	36 943	443 319	11,985	359,535	4 314,425	148,230	4 446,914	53 362,966
Total	2 052	61 572	738 865	21,951	658,540	7 902,482	271,505	8 146,564	97 758,764

Tabla 43. Costo por consumo de agua 2022

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)			Consumo de agua (m ³)			Costo por consumo de agua (S/)		
	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual
Brasa	831	24 931	299 171	10,089	302,672	3 632,068	124,787	3 743,603	44 923,231
Carne	1 247	37 396	448 757	12,132	363,945	4 367,346	150,049	4 501,460	54 017,519
Total	2 078	62 327	747 928	22,221	666,618	7 999,414	274,835	8 246,473	98 957,670

Tabla 44. Costo por consumo de agua 2023

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)			Consumo de agua (m ³)			Costo por consumo de agua (S/)		
	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual
Brasa	841	25 226	302 707	10,208	306,249	3 674,990	126,261	3 787,843	45 454,112
Carne	1 261	37 838	454 060	12,275	368,246	4 418,957	151,822	4 554,656	54 655,871
Total	2 102	63 064	756 767	22,483	674,496	8 093,947	278,083	8 343,909	100 126,903

Tabla 45. Costo por consumo de agua 2024

Tipo de pollo	Cantidad (unidades)			Consumo de agua (m ³)			Costo por consumo de agua (S/)		
	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual	Diario	Mensual	Anual
Brasa	850	25 513	306 150	10,324	309,733	3 716,796	127,698	3 830,933	45 971,194
Carne	1 276	38 269	459 225	12,415	372,436	4 469,227	153,549	4 606,469	55 277,632
TOTAL	2 126	63 781	765 375	22,739	682,169	8 186,023	281,247	8 438,812	101 265,745

3.3.2.1. Balance de materia del sistema de tratamiento propuesto

Después de conocer la cantidad de efluente generado en el 2 024 (22,739 m³/día), como se muestra en la **Tabla 45**, se debe elaborar el balance de materia con el sistema de tratamiento propuesto, empezando con el tratamiento preliminar (Desbaste), para posteriormente aplicar el tratamiento primario de clarificación mediante un sistema DAF.

• Balance del desbaste

Se propone empezar el tratamiento preliminar con un desbaste grueso y posteriormente un desbaste fino, para realizar el balance que se observa en la **Figura 25** se tomó las siguientes consideraciones mostradas en la **Tabla 46**.

Tabla 46. Cálculo de material cribado

Apertura (mm)	Cantidad (l/m ³)
20	0,038
25	0,023
35	0,012
40	0,009

Fuente: Norma Peruana OS.090 [14]

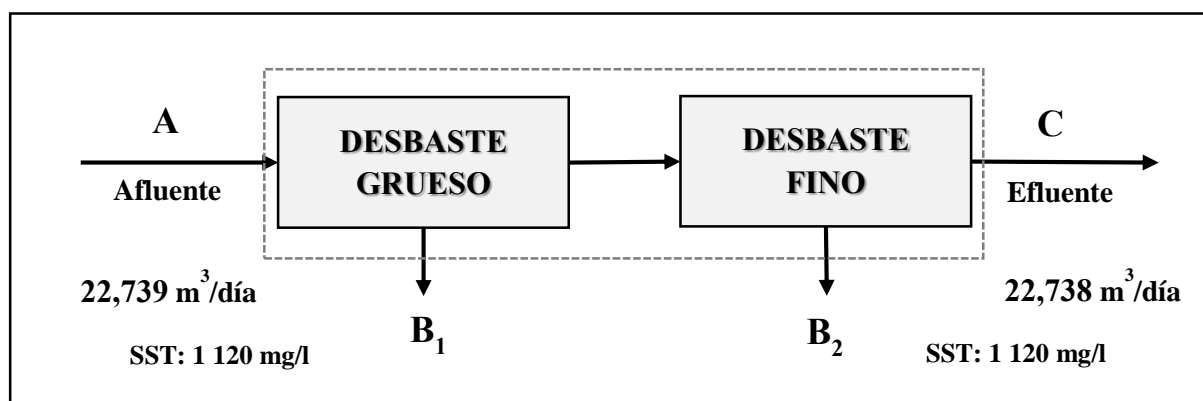


Figura 25. Balance del Desbaste

Calculo:

Volumen removido en el desbaste Grueso se calcula de la siguiente manera:

$$B_1 = \frac{0,009L}{1m^3} \times \frac{22,739m^3}{1 dia} \times \frac{1 m^3}{1 000 L}$$

$$B_1 = 2,046 \times 10^{-4} \frac{m^3}{día} \text{ de sólidos removidos}$$

La letra B₁ ($2,046 \times 10^{-4} \frac{m^3}{día}$), representa los sólidos removidos en el desbaste grueso.

Volumen removido en el desbaste Fino se calcula así:

$$B_2 = \frac{0,038L}{1m^3} \times \frac{22,739 m^3}{1 dia} \times \frac{1 m^3}{1 000 L}$$

$$B_2 = 8,641 \times 10^{-4} \frac{m^3}{día} \text{ de sólidos removidos}$$

La letra B_2 ($8,641 \times 10^{-4} \frac{m^3}{día}$), representa los sólidos removidos en el desbaste fino. Finalmente, se suma el volumen removido en el desbaste grueso y fino, para obtener el volumen total de remoción en el desbaste:

$$B = B_1 + B_2 = 1,069 \times 10^{-3} \frac{m^3}{día} \text{ de sólidos removidos totales}$$

Se realiza el balance para obtener la cantidad de efluente que sale del pre – tratamiento (desbaste), el cual según se muestra a continuación, es de $22,738 \frac{m^3}{día}$, y está representado por la letra C.

$$C = A - B$$

$$C = 22,739 \frac{m^3}{día} - 1,069 \times 10^{-3} \frac{m^3}{día}$$

$$C = 22,738 \frac{m^3}{día}$$

- **Balance en la clarificación**

Según Sánchez, Caldera y Gutiérrez [3] la mejor remoción se obtiene en el sistema DAF en condiciones optimizadas de 40 psi, 30% de recirculación y con el sulfato de aluminio como coagulante. De esta manera, se removió el 98% las grasas y aceites, el 83% de los SST y el 91% en DQO.

Para el balance del proceso de clarificación (**Figura 26**) fue necesario los valores obtenidos en el análisis físico - químico de las aguas residuales del Centro de Beneficio, siendo los resultados los siguientes:

$$DBO_5 = 2 100 \text{ mg/l}$$

$$DQO = 3 870 \text{ mg/l}$$

$$SST = 1 120 \text{ mg/l}$$

En el caso de la DBO_5 , se obtendrá su porcentaje de remoción con la siguiente ecuación [46]:

$$DBO = DQO \times \frac{131}{187}$$

Entonces:

$$DBO_5 = DQO \times 0,70$$

$$DBO_5 = 348,30 \text{ mg/l} \times 0,70$$

$$DBO_5 = 243,81 \text{ mg/l}$$

$$DBO_5 \text{ removida} = 2\,100 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 243,81 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1\,856,19 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$\% \text{ de remoción de } DBO_5 = \frac{DBO_5 \text{ removida}}{DBO_5 \text{ encontrada}} = \frac{1\,856,19 \text{ mg/l}}{2\,100 \text{ mg/l}} = 88,39\%$$

Además, según Romero [38], el contenido de grasas y aceites contribuye alrededor de 20% de la DBO_5 , por ello el parámetro de aceites y grasas (A y G) tiene un valor de $420 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$. El cálculo se presenta a continuación:

$$A \text{ y } G = 20\% (DBO_5)$$

$$A \text{ y } G = 0,20 \times 2\,100 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 420 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

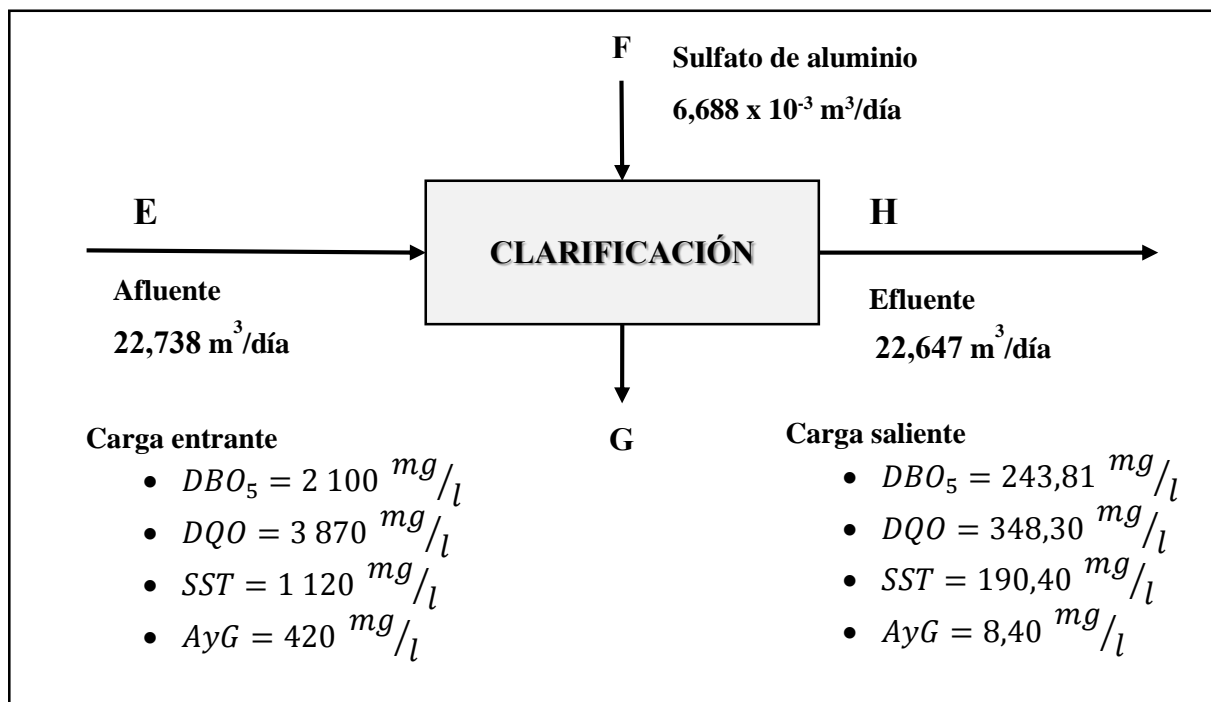


Figura 26. Balance de la clarificación

A continuación, se muestra la carga orgánica removida en cada parámetro:

$$Carga\ orgánica_{SST} = 1\ 119,999 \frac{mg}{l} \times 0,83 = 929,599 \frac{mg}{l}$$

$$Carga\ orgánica_{AyG} = 420 \frac{mg}{l} \times 0,98 = 411,6 \frac{mg}{l}$$

$$Carga\ orgánica_{DBO_5} = 2\ 100 \frac{mg}{l} \times 0,8839 = 1\ 856,190 \frac{mg}{l}$$

$$Carga\ orgánica_{DQO} = 3\ 870 \frac{mg}{l} \times 0,91 = 3\ 521,7 \frac{mg}{l}$$

Masa removida:

$$Masa_{SST} = 929,599 \frac{mg}{l} \times \frac{1\ kg}{10^6\ mg} \times 22,738 \frac{m^3}{día} \times \frac{1\ l}{10^{-3}\ m^3} = 21,137 \frac{kg}{día}$$

De acuerdo al cálculo se tiene 21,137 kg de sólidos al día. Sin embargo, los lodos también están conformados por un alto porcentaje de agua. Según Ortiz, Gutierrez y Sánchez, este valor es de 76,14%. [51] A continuación, se calcula la cantidad de lodo a través de la regla de tres simple:

$$\text{LODOS} \left\{ \begin{array}{l} \text{Sólidos: } 23,86\% \\ \text{Humedad: } 76,14\% \end{array} \right.$$

$$22,738 \frac{m^3}{día} \rightarrow 23,86\%$$

$$X \rightarrow 100\%$$

$$Masa_{LODO} = \frac{21,137 \frac{kg}{día} \times 100}{23,86} = 88,588 \frac{kg}{día}$$

Luego, se calcula la masa de aceites y grasas:

$$Masa_{AyG} = 411,6 \frac{mg}{l} \times \frac{1\ kg}{10^6\ mg} \times 22,738 \frac{m^3}{día} \times \frac{1\ l}{10^{-3}\ m^3} = 9,359 \frac{kg}{día}$$

Volumen removido:

Para calcular el volumen del lodo que será removido, se empleó la densidad de $1,020 \frac{g}{ml}$, valor referido a lodos provenientes de tratamientos de aguas residuales. [41] Y el valor de $0,877 \frac{g}{ml}$ para el caso aceites y grasas. [51]

$$Densidad_{LODO} = 1,020 \frac{g}{ml} \times \frac{10^6 ml}{m^3} \times \frac{1 kg}{10^3 g} = 1020 \frac{kg}{m^3}$$

$$Volumen_{LODO} = \frac{88,588 \frac{kg}{día}}{1020 \frac{kg}{m^3}} = 8,685 \times 10^{-2} \frac{m^3}{día}$$

$$Densidad_{A y G} = 0,877 \frac{g}{ml} \times \frac{10^6 ml}{m^3} \times \frac{1 kg}{10^3 g} = 877 \frac{kg}{m^3}$$

$$Volumen_{A y G} = \frac{9,359 \frac{kg}{día}}{877 \frac{kg}{m^3}} = 1,067 \times 10^{-2} \frac{m^3}{día}$$

$$V_{TOTAL} = 8,685 \times 10^{-2} \frac{m^3}{día} + 1,067 \times 10^{-2} \frac{m^3}{día} = 9,752 \times 10^{-2} \frac{m^3}{día}$$

Por lo tanto, el volumen que ocupa el lodo en la tolva del Sistema DAF es de $9,752 \times 10^{-2} m^3$ en un día.

Cantidad de agua que sale del sistema:

$$E + F = G + H \quad \rightarrow \quad H = E + F - G$$

$$H = 22,738 \frac{m^3}{día} + 6,688 \times 10^{-3} \frac{m^3}{día} - 9,752 \times 10^{-2} \frac{m^3}{día}$$

$$H = 22,647 \frac{m^3}{día}$$

Finalmente, los datos obtenidos en el balance de cada etapa del sistema de tratamiento propuesto se sintetizan en un diagrama general, el cual se presenta en la **Figura 27**.

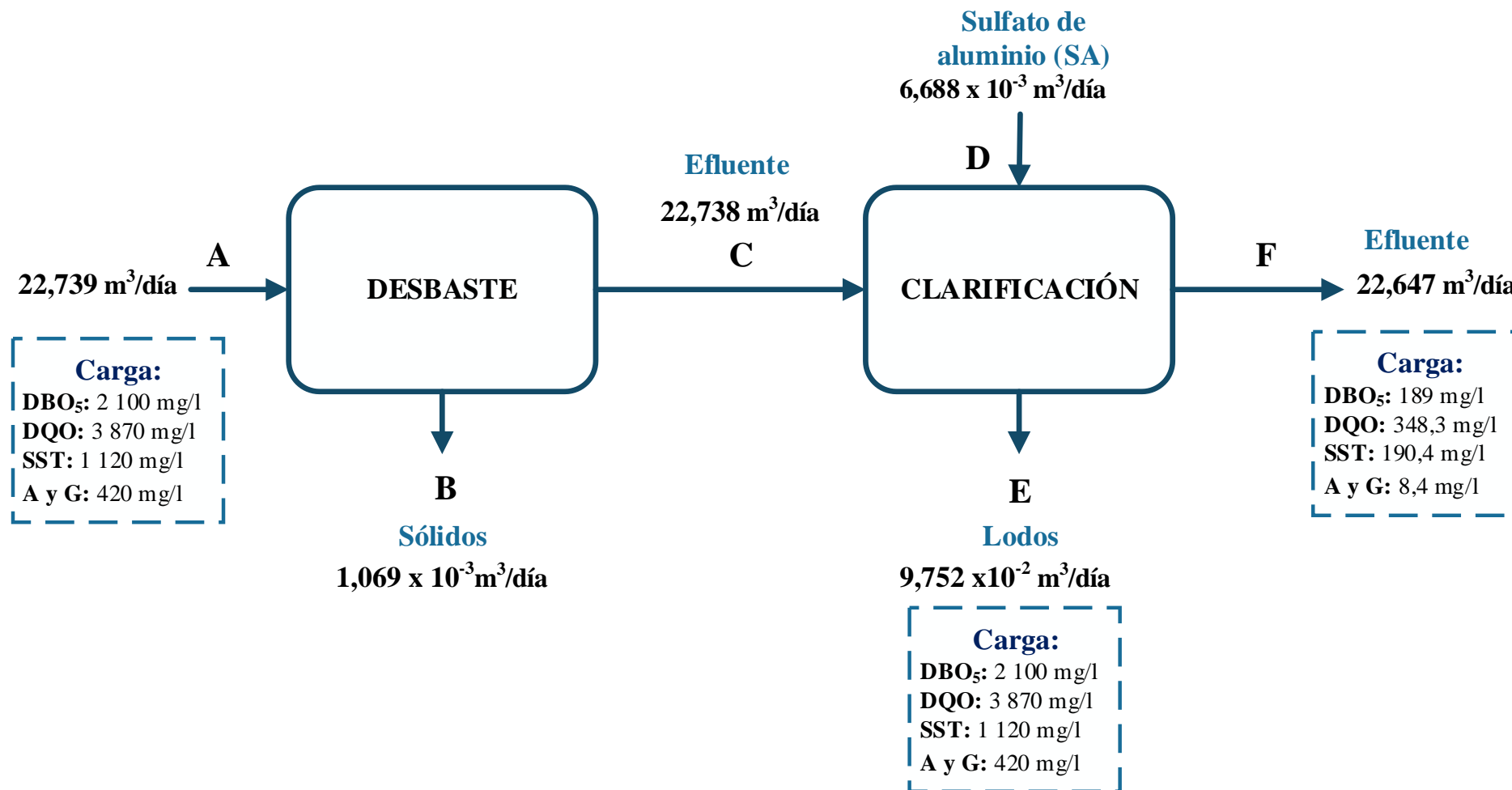


Figura 27. Balance del sistema de tratamiento

Para calcular la capacidad de la tolva del sistema DAF es necesario conocer sus dimensiones (*figura 28*). Además, en la *figura 29* se observa la delimitación de las secciones de la tolva para el cálculo de su volumen.

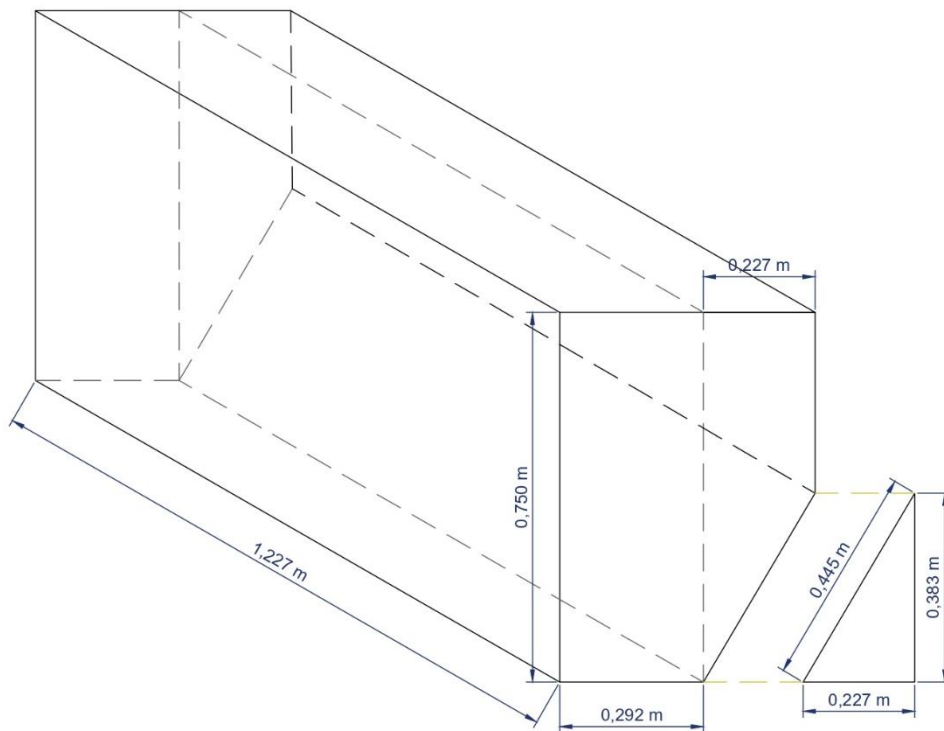


Figura 29. Dimensiones de la tolva del Sistema DAF

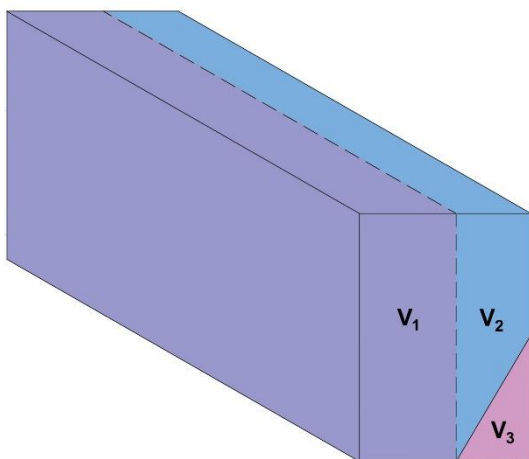


Figura 28. Delimitación de las secciones de la tolva

$$V_1 = 1,227 \text{ m} \times 0,292 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 0,269 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 1,227 \text{ m} \times 0,188 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 0,209 \text{ m}^3$$

$$V_3 = \frac{1,227 \text{ m} \times 0,404 \text{ m} \times 0,445 \text{ m}}{2} = 0,105 \text{ m}^3$$

$$V_{TOTAL} = V_1 + V_2 - V_3$$

$$V_{TOTAL} = 0,269 \text{ m}^3 + 0,209 \text{ m}^3 - 0,105 \text{ m}^3 = 0,373 \text{ m}^3$$

$$TIEMPO = \frac{V_{TOTAL \text{ DE LA TOLVA}}}{V_{TOTAL \text{ DEL LODO}}} = \frac{0,373 \text{ m}^3}{9,752 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}$$

$$TIEMPO = 3,825 \text{ días} \cong 3 \text{ días } 6 \text{ horas } 36 \text{ minutos}$$

El tiempo máximo en que el lodo puede permanecer en la tolva del Sistema DAF antes de su disposición final es de 3 días con 6 horas y 36 minutos.

3.3.2.2. Comparación de parámetros

En la **Tabla 47**, se realiza la comparación de los parámetros de generales y orgánicos, empezando con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), posteriormente, los valores encontrados en el efluente del Centro de beneficio María de Fátima a través del análisis de laboratorio realizado en SYMBIOL, y finalmente los valores obtenidos después de realizar el balance de materia con el sistema propuesto. Los valores obtenidos por el sistema de tratamiento propuesto se encuentran dentro de los LMP para vertimiento al alcantarillado.

Tabla 47. Comparación de parámetros del efluente encontrados con los esperados

Parámetro	Unidades	LMP	Valores encontrados	Sistema propuesto
Generales				
SST	mg/l	300	1 120	204 mg/l
pH	unidad	6 – 9	7,42	-
TEMPERATURA	Celsius	< 35	45	-
Orgánicos				
DBO ₅	mg/l	250	2 100	226,395 mg/l
DQO	mg/l	500	3 870	348,3 mg/l

3.3.2.3. Indicador de rendimiento de la capacidad de planta

El indicador a evaluar es la utilización, el cual se determina a continuación:

- **Utilización:** Es el porcentaje efectivamente alcanzado de la capacidad proyectada, para determinar su resultado se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Proyectada}} \times 100$$

Donde:

Producción real (P_R) = Producción (caudal) del último año trabajado (2019)

$$P_R = \frac{7\,707,913\ m^3}{1\ \text{año}} \times \frac{1\ \text{año}}{12\ \text{meses}} \times \frac{1\ \text{mes}}{30\ \text{días}} \times \frac{1\ \text{día}}{9\ \text{horas}}$$

$$P_R = 2,379\ \frac{m^3}{h}$$

Capacidad proyectada(C_p) = Producción(caudal) del último año proyectado(2024)

$$C_p = \frac{8\,186,023\text{ m}^3}{1\text{ año}} \times \frac{1\text{ año}}{12\text{ meses}} \times \frac{1\text{ mes}}{30\text{ días}} \times \frac{1\text{ día}}{9\text{ horas}}$$

$$C_p = 2,527 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por lo tanto:

$$\text{Utilización} = \frac{2,379 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{2,526 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} \times 100$$

$$\text{Utilización} = 94,180 \%$$

Se alcanzó el 94,180 % del caudal proyectado para el año 2024.

3.3.2.4. Diseño del Sistema de tratamiento

El diseño del sistema de tratamiento (*Figura 34 y 35*) constará de una canaleta con rejillas que separará los sólidos gruesos del agua residual, el agua que recorre la canaleta será almacenada en un colector, para posteriormente ser bombeada, junto al coagulante (Sulfato de aluminio), al tanque de mezcla, dicha mezcla ingresará al sistema DAF para remoción de SST, DBO₅, DQO, A y G.

3.3.2.4.1. Diseño del tratamiento preliminar

A. Canal de entrada

El canal de entrada es una sección de forma rectangular que permite el discurrir libre de la mezcla de residuos que viene de la zona de faenado. Para su diseño se consideró un caudal de $2,527\text{ m}^3/\text{h}$ y $0,30\text{ m}$ de ancho mínimo según lo establecido en la *Tabla 48*.

Tabla 48. Ancho del canal según el caudal

Caudal (m ³ /s)	Ancho
< 0,1	0,30
0,1 – 1,2	0,50
2 – 4	0,75
> 4	1

Fuente: UNI [40]

La profundidad tiene una dimensión de $0,30\text{ m}$, como se muestra en el cálculo:

$$Q = \text{ancho} \times \text{largo} \times \text{profundidad}$$

$$2,527 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,30\text{ m} \times 27,86\text{ m} \times \text{profundidad}$$

$$\text{profundidad} = 0,30\text{ m}$$

B. Rejas de desbaste

El consumo diario de agua en el Centro de Beneficio María de Fátima es de 22,739 m³, siendo su caudal de $7,018 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, el cual será empleado en la **Tabla 49** para realizar los cálculos faltantes en cuanto a las especificaciones técnicas del diseño de rejas (finas y gruesas) del tratamiento preliminar por desbaste.

Tabla 49. Cálculo de las dimensiones de las rejas de desbaste fino y grueso

Fórmula	Cálculo	Resultado
<p>Área libre entre barras (A_L)</p> $A_L(\text{m}^2) = \frac{Q_{\text{máx}}}{V_{\text{RL}}}$ <p>Donde:</p> <p>$Q_{\text{máx}}$ = Caudal máximo horario ($\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$)</p> <p>$V_{\text{RL}}$ = Velocidad de aproximación ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)</p>	<p>Rejas – Desbaste fino</p> $A_L = \frac{7,018 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{0,45 \text{ m/s}}$	$1,560 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
	<p>Rejas – Desbaste grueso</p> $A_L = \frac{7,018 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{0,45 \text{ m/s}}$	$1,560 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
<p>Tirante del flujo en el canal (h)</p> $h(\text{m}) = \frac{A_L}{b}$ <p>Donde:</p> <p>A_L = Área libre entre barras (m^2)</p> <p>b = Ancho del canal de entrada (m)</p>	<p>Rejas – Desbaste fino</p> $h(\text{m}) = \frac{1,56 \times 10^{-3} \text{ m}^2}{0,3 \text{ m}}$	$5,199 \times 10^{-3} \text{ m}$
	<p>Rejas – Desbaste grueso</p> $h(\text{m}) = \frac{1,56 \times 10^{-3} \text{ m}^2}{0,3 \text{ m}}$	$5,199 \times 10^{-3} \text{ m}$
<p>Altura de las rejas (H)</p> $H(\text{m}) = h \times \sin(\alpha)$ <p>Donde:</p> <p>h = Tirante del flujo en el canal (m)</p> <p>α = Ángulo de inclinación de las rejas</p>	<p>Rejas – Desbaste fino</p> $H(\text{m}) = 5,18 \times 10^{-3} \text{ m} \times \sin(45)$	$4,424 \times 10^{-3} \text{ m}$
	<p>Rejas – Desbaste grueso</p> $H(\text{m}) = 5,18 \times 10^{-3} \text{ m} \times \sin(45)$	$4,424 \times 10^{-3} \text{ m}$
<p>Número de barras que conforman las rejas (N°)</p> $N^\circ = \frac{b - s}{s + a}$ <p>Donde:</p> <p>b = Ancho de canal de entrada (m)</p> <p>s = Espaciamiento entre barras (m)</p> <p>a = Espesor máximo de las barras (m)</p>	<p>Rejas – Desbaste fino</p> $N^\circ = \frac{0,3 \text{ m} - 0,020 \text{ m}}{0,020 \text{ m} + 0,005 \text{ m}}$	8 unidades
	<p>Rejas – Desbaste grueso</p> $N^\circ = \frac{0,3 \text{ m} - 0,040 \text{ m}}{0,040 \text{ m} + 0,015 \text{ m}}$	5 unidades
<p>Eficiencia de las barras (%)</p> $E = \frac{s}{s + a} \times 100$ <p>Donde:</p> <p>s = Espaciamiento entre barras (m)</p> <p>a = Espesor máximo de las barras (m)</p>	<p>Rejas – Desbaste fino</p> $N^\circ = \frac{0,020 \text{ m}}{0,020 \text{ m} + 0,005 \text{ m}} \times 100$	80 %
	<p>Rejas – Desbaste grueso</p> $N^\circ = \frac{0,040 \text{ m}}{0,040 \text{ m} + 0,015 \text{ m}} \times 100$	72,72 %

Para el tratamiento preliminar se ha considerado la Norma Técnica de edificación para plantas de tratamiento de aguas residuales OS 090, la cual nos indica ciertos aspectos que se deben considerar en cuanto al diseño del desbaste. A continuación, en la **Tabla 50**, se indica los aspectos técnicos antes mencionados.

Tabla 50. Aspectos técnicos de diseño en las rejjas

Aspectos de diseño	Rango	Unidad
Espaciamiento entre barras	20 -50	mm
Espesor de las barras	5 -15	mm
Velocidad de aproximación	0,3 - 0,6	m/s ²
Ángulo de inclinación	45 - 60	grados

Fuente: Norma OS 090 [14]

Las especificaciones de la norma de la **Tabla 50** y los cálculos vistos en la **Tabla 49** se resumen en la **Tabla 51** que se presenta a continuación:

Tabla 51. Especificaciones técnicas de las rejjas finas y gruesas

Aspectos de diseño	Rejas		Unidad
	Finas	Gruesas	
Espaciamiento entre barras	20	40	mm
Espesor de las barras	5	15	mm
Ancho de las barras	30	75	mm
Velocidad de aproximación	0,45		m/s ²
Ángulo de inclinación	45		grados
Área entre barras	1,44 × 10 ⁻³		m ²
Número de barras	8	5	-
Eficiencia	80	72,72	%
Ancho del canal	0,30		m
Caudal de diseño	7,018 × 10 ⁻⁴		m ³ /s

C. Colector

El colector tendrá la función de almacenar el agua residual proveniente del proceso, para luego bombear el efluente hacia el sistema DAF. Se ha considerado las siguientes dimensiones:

$$\text{Profundidad} = 1,70 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 5,35 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta que el caudal diario es de $22,739 \text{ m}^3$, entonces se determina el ancho del colector:

$$Q = \text{ancho} \times \text{largo} \times \text{profundidad}$$

$$22,379 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = \text{ancho} \times 5,35 \text{ m} \times 1,70 \text{ m}$$

$$\text{ancho} = 2,50 \text{ m}$$

D. Potencia de la bomba

$$P_B = \frac{Q \times H \times \rho}{n_B}$$

Donde:

$P_B =$ Potencia de la bomba (HP)

$Q =$ Caudal $\left(2,739 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

$\rho =$ Densidad del agua $\left(1\,020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

$h_B =$ Altura de aspiración de la bomba (1,85 m)*

* $h_B =$ profundidad del colector (1,70 m) + altura hacia la tubería del DAF (0,15 m)

$n_B =$ Eficiencia de la bomba (0,80)

1 kW = 1,341 HP

$1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}} = 0,00904 \text{ kW}$

$$P_B = \frac{\left(2,739 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1,85 \text{ m} \times 1\,020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}}{0,80}$$

$$P_B = \frac{\left(5\,168,493 \frac{\text{kg m}}{\text{h}}\right) \times \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}}{0,80}$$

$$P_B = \frac{1,436 \frac{\text{kg m}}{\text{s}}}{0,80}$$

$$P_B = 1,795 \frac{\text{kg m}}{\text{s}} \times \frac{0,00904 \text{ kW}}{1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}}}$$

$$P_B = 1,623 \times 10^{-2} \text{ kW}$$

- **Potencia del motor eléctrico**

$P_B = \text{Potencia de la bomba } (1,623 \times 10^{-2} \text{ kW})$

$n_{MOTOR} = \text{Eficiencia del motor eléctrico } (0,90)$

$$P_M = \frac{P_B}{n_{MOTOR}}$$

$$P_M = \frac{1,623 \times 10^{-2} \text{ kW}}{0,90}$$

$$P_M = 1,803 \times 10^{-2} \text{ kW}$$

Con la potencia del motor eléctrico se puede calcular la potencia de la bomba a seleccionar.

- **Potencia de la bomba a seleccionar**

$$P_{BE} = 1,803 \times 10^{-2} \text{ kW} \times \frac{1,341 \text{ HP}}{1 \text{ kW}}$$

$$P_{BE} = 2,418 \times 10^{-2} \text{ HP}$$

Por lo tanto, se debe seleccionar una bomba comercial monofásica de $1/2 \text{ HP}$. (**Figura 30**), cuya ficha técnica se encuentra en el **Anexo 5**.

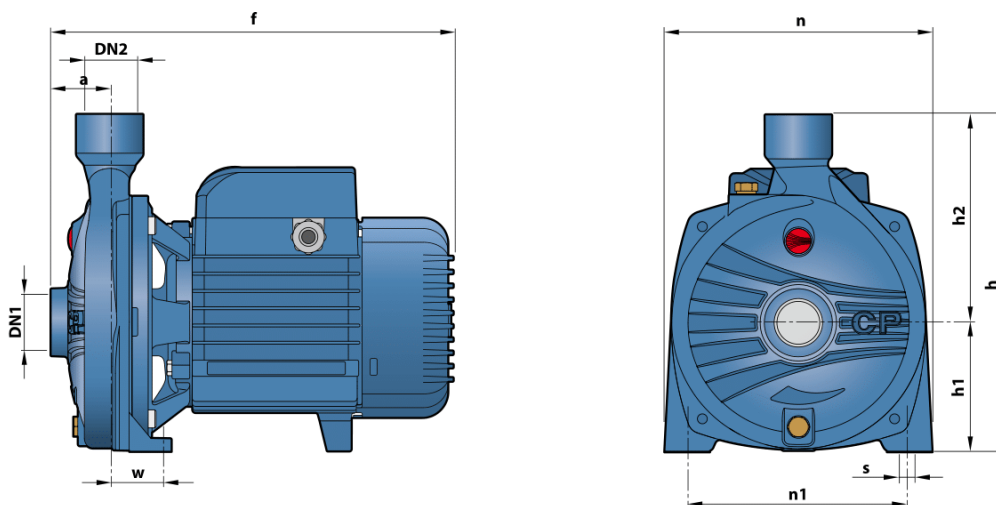


Figura 30. Bomba centrífuga

E. Diseño del Sistema DAF

Para al diseño del sistema de flotación por aire disuelto – DAF (**Figura 36**), se tomará en cuenta las medidas proporcionadas por la empresa proveedora Shandong Better Environmental Protection Technology (**Anexo 6**), las cuales serán definidas de acuerdo al caudal de trabajo. Para calcular el caudal de trabajo se sumará el caudal diario y el caudal del coagulante teniendo en cuenta un tiempo de operación de 8 h.



Figura 31. Bomba de dosificación

- **Tanque de reactivo:** El coagulante Sulfato de aluminio será almacenado en un tanque para su posterior ingreso en el sistema DAF por medio de una bomba de dosificación (*Figura 31*), cuya ficha técnica se encuentra en el *Anexo 7*. La empresa LIPESA, recomienda utilizar de 200 a 400 ppm (*Anexo 8*), en esta investigación se tomará el valor mayor. Por otro lado, para determinar las dimensiones del tanque de reactivo, se tomará en cuenta la siguiente información:

$$Q_{\text{efluente}} = 22,738 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Dosis} = 400 \text{ g/m}^3 \text{ (Anexo 8)}$$

$$\text{Densidad} = 1,36 \text{ (Anexo 9)}$$

$$\text{Relación de largo / ancho} = 3:1$$

Caudal del coagulante: El caudal del coagulante será de $6,688 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ al día, este valor servirá posteriormente para determinar las dimensiones del tanque de reactivo. Para determinar este valor se empleó la información del Q_{efluente} , la dosis, la densidad, mencionada anteriormente.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{coagulante}} &= Q_{\text{efluente}} \times \text{Dosis} \\
 Q_{\text{coagulante}} &= 22,739 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 400 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \\
 Q_{\text{coagulante}} &= 9\,095,60 \frac{\text{g}}{\text{día}} \\
 Q_{\text{coagulante}} &= 9\,095,60 \frac{\text{g}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ ml}}{1,36 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ l}}{1\,000 \text{ ml}} \\
 Q_{\text{coagulante}} &= 6,688 \frac{\text{l}}{\text{día}} = 6,688 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{día}}
 \end{aligned}$$

Dimensiones del tanque de reactivo: El tanque de reactivo tendrá una forma cilíndrica, la proporción que se ha definido es de 3:1. Al realizar el cálculo, se obtiene que el tanque tendrá un ancho de 0,14 m y una altura de 0,42 m.

$$Q_{coagulante} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L$$

$$Q_{coagulante} = \frac{\pi}{4} \times a^2 \times 3a$$

$$\text{ancho } (a) = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{altura } (3a) = 0,42 \text{ m}$$

Se sabe que:

$$Q_{diario} = 22,739 \frac{m^3}{día}$$

Tiempo de operación del sistema DAF = 8 h

Por lo tanto:

$$Q_{trabajo} = \frac{22,739 \frac{m^3}{día} + 6,688 \times 10^{-3} \frac{m^3}{día}}{8 \text{ h}} = 2,843 \frac{m^3}{h}$$

Por lo tanto, el caudal que ingresa al sistema DAF es de $2,843 \frac{m^3}{h}$, el cual representa la suma del caudal diario que se genera en el Centro de Beneficio y del caudal del coagulante. A esta suma se le dividió el tiempo de operación del sistema, el cual se ha definido en 8 h.

En la **Figura 32**, se encuentra el diagrama máquina del sistema DAF, el cual fue modificado de Romero [47] de acuerdo a las necesidades y condiciones de esta investigación.

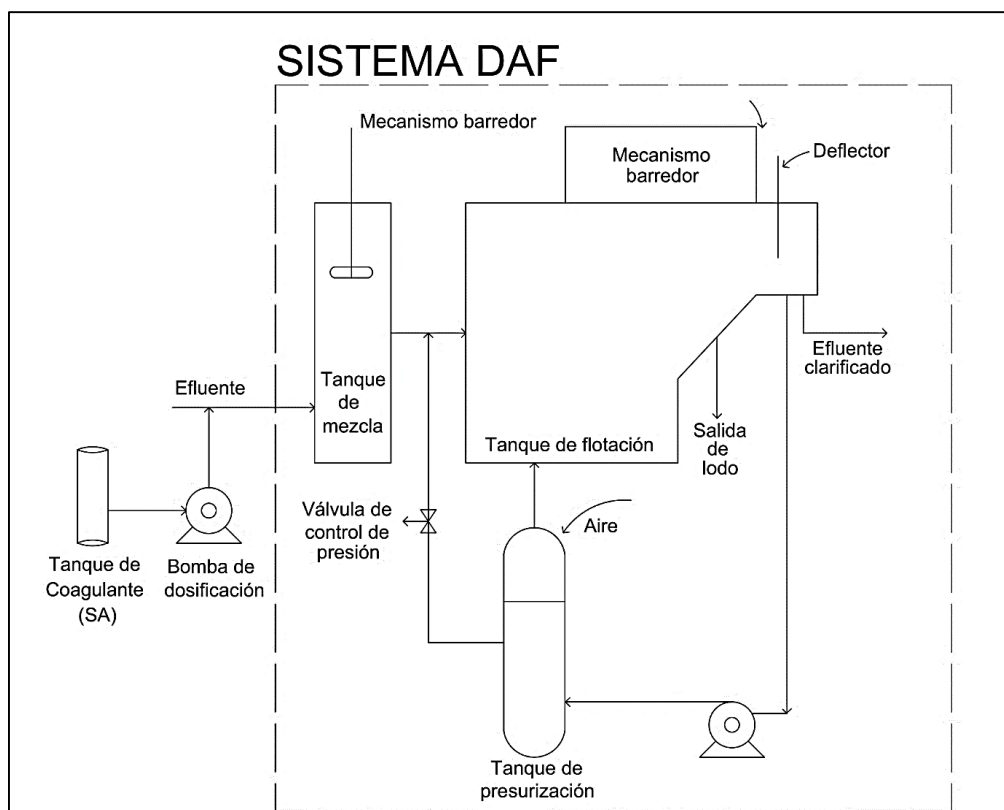
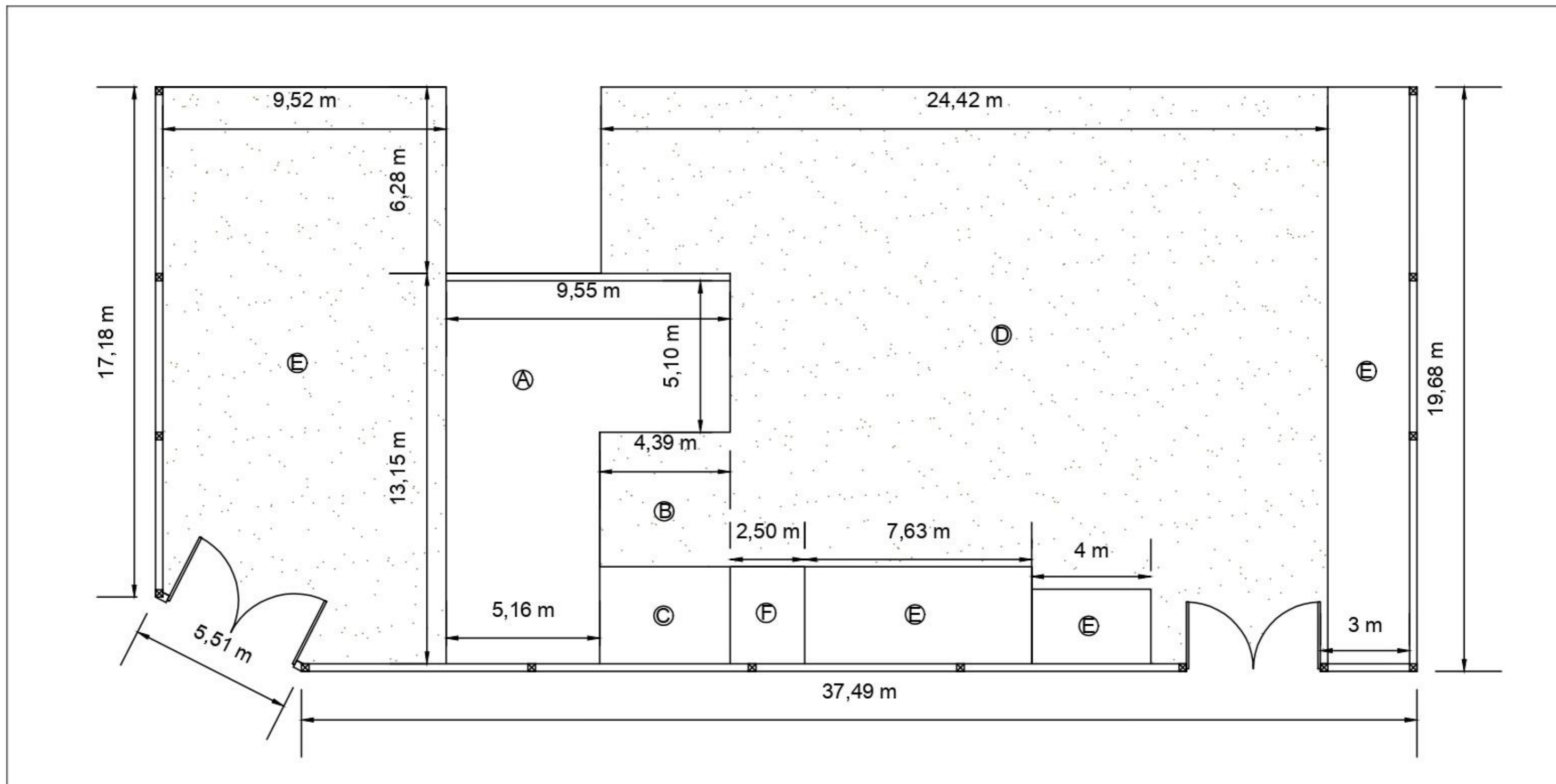


Figura 32. Diseño del sistema de flotación por aire disuelto (DAF)

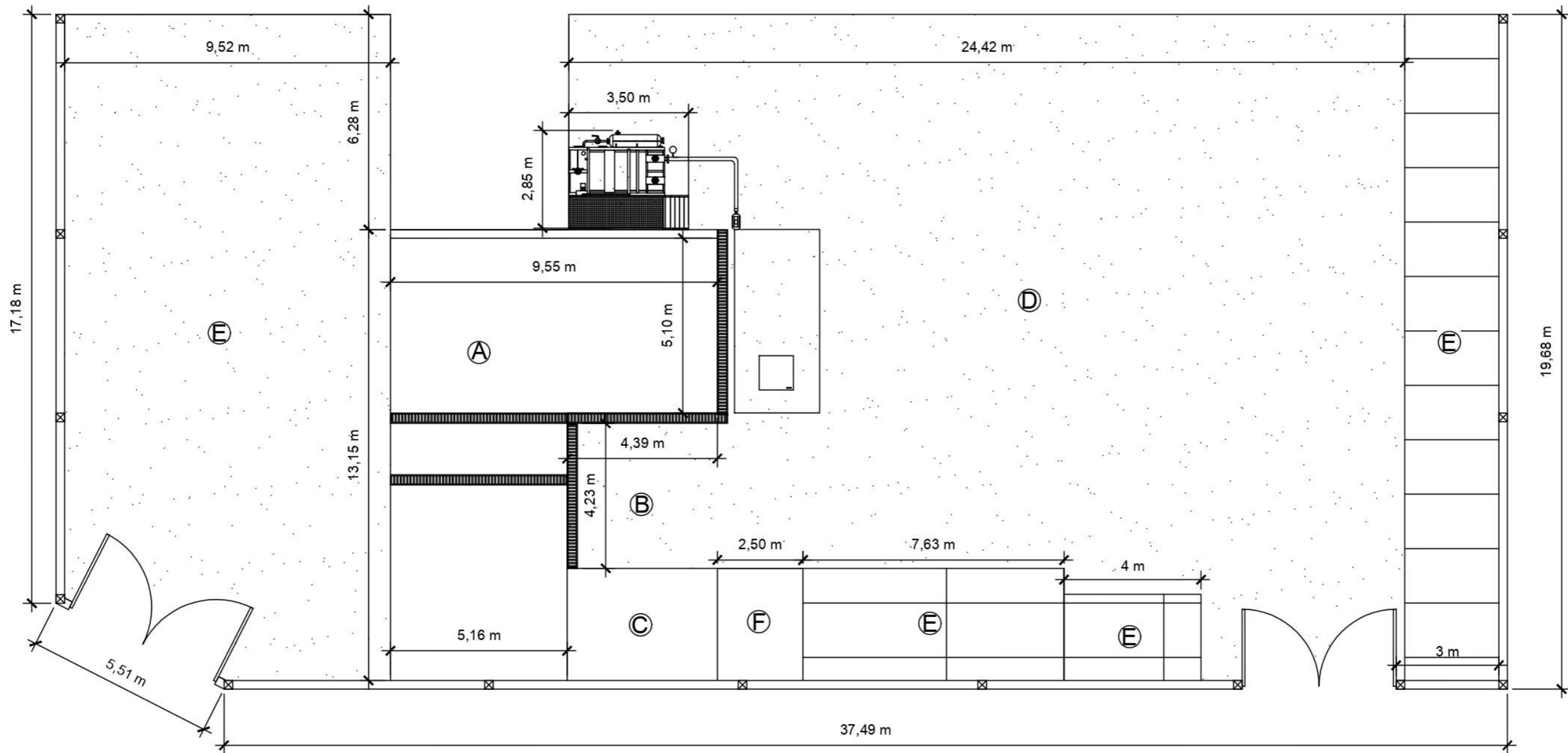
Adaptado de: J. Romero [38]



LEYENDA	Ⓐ PRODUCCIÓN	Ⓒ ZONA DE DESPACHO	Ⓔ ZONA LIBRE
	Ⓑ ZONA DE APILAMIENTO	Ⓓ ZONA DE CIRCULACIÓN	Ⓕ S.S.H.H.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA CENTRO DE BENEFICIO MARÍA DE FATIMA		
DIBUJADO POR: MILAGROS AYME MESTANZA ALTAMIRANO		ESCALA: 1:100

Figura 33. Distribución de situación actual de la empresa



LEYENDA	Ⓐ PRODUCCIÓN	Ⓒ ZONA DE DESPACHO	Ⓔ ZONA LIBRE
	Ⓑ ZONA DE APILAMIENTO	Ⓓ ZONA DE CIRCULACIÓN	Ⓕ S.S.H.H.


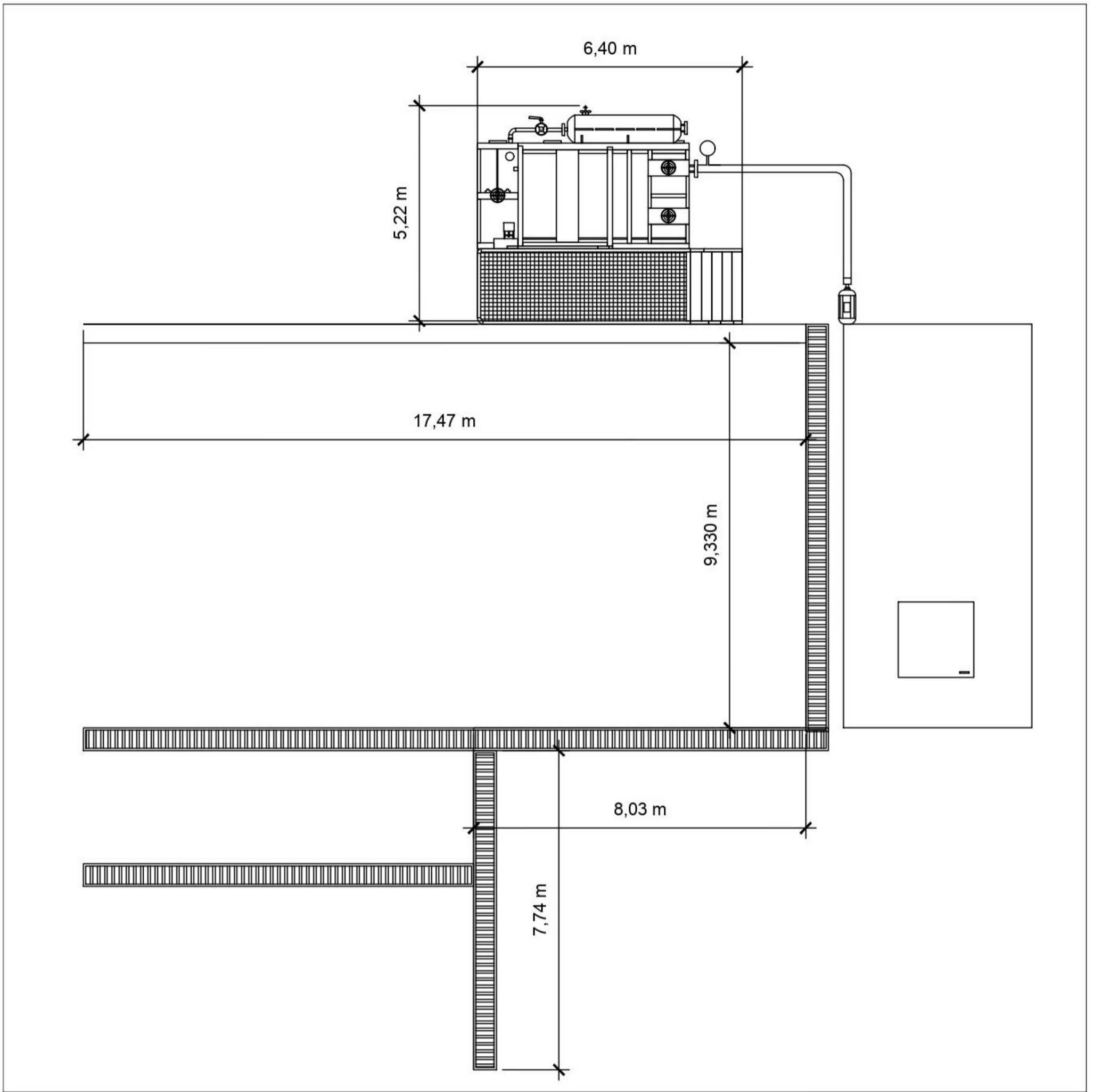
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA CENTRO DE BENEFICIO MARÍA DE FATIMA		
DIBUJADO POR: MILAGROS AYME MESTANZA ALTAMIRANO		ESCALA: 1:100

Figura 34. Distribución del sistema de tratamiento



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO
TORIBIO DE MOGROVEJO




PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA CENTRO DE BENEFICIO MARÍA DE FATIMA

DIBUJADO POR: MILAGROS AYME MESTANZA ALTAMIRANO

ESCALA: 1:100

Figura 35. Sistema de tratamiento

	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</p>
<p>PROYECTO: PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CENTRO DE BENEFICIO MARÍA DE FATIMA DEL DISTRITO DE LA VICTORIA</p>	
<p>DIBUJO: SISTEMA DE TRATAMIENTO FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO (DAF)</p>	
<p>DIBUJADO POR: MILAGROS AYME MESTANZA ALTAMIRANO</p>	
<p>ESCALA 1:100</p>	<p>A3</p>

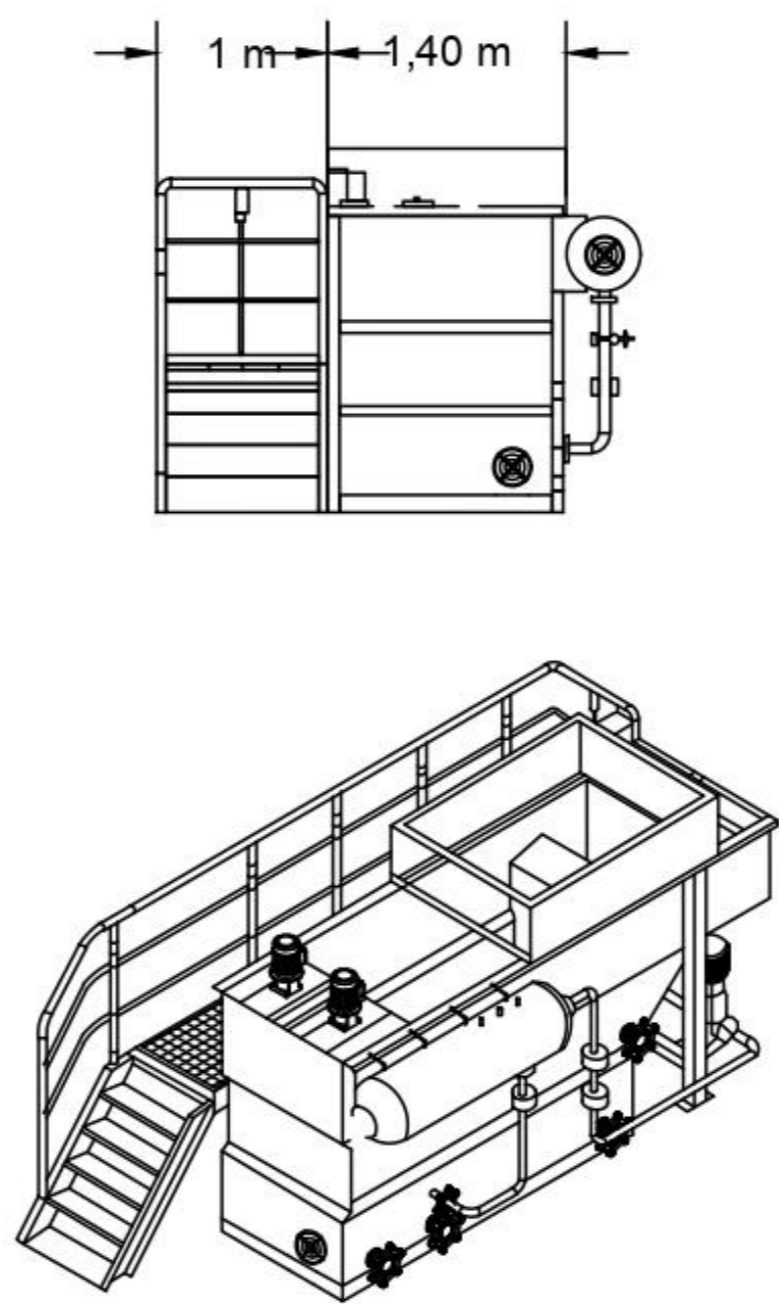
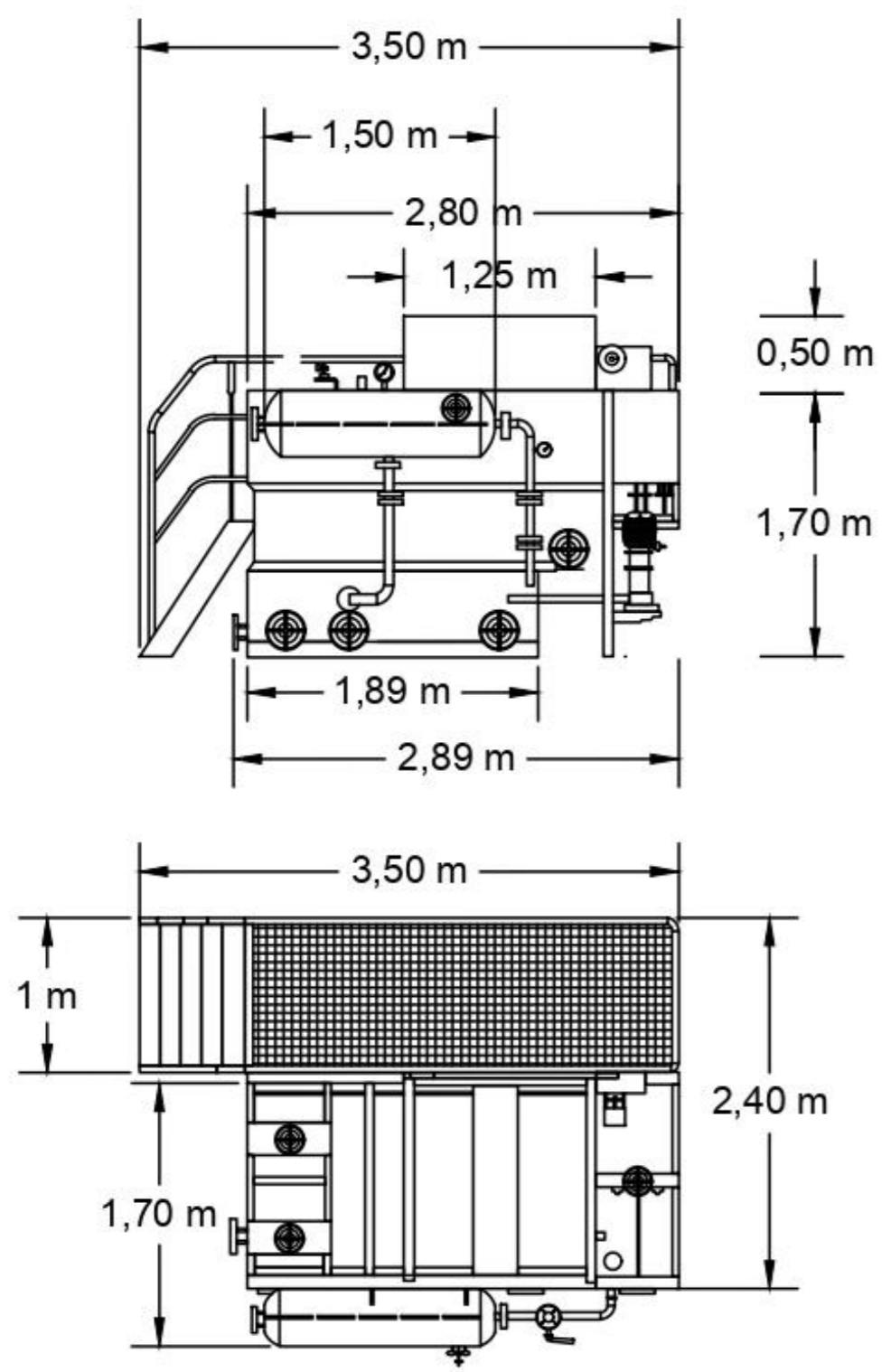


Figura 36. Sistema de flotación por aire disuelto (DAF)

3.4. Análisis costo – beneficio y ambiental

El análisis costo – beneficio y ambiental, permite medir la relación entre el costo y el beneficio, asociado a la presente investigación con el objetivo de evaluar su rentabilidad. Así mismo, en este punto se evaluará el tiempo de recuperación de la inversión.

3.4.1. Costos

3.4.1.1. Costos de inversión

En este punto se tendrá en cuenta los costos tangibles y los costos intangibles de la propuesta.

3.4.1.1.1. Costos Tangibles

Para calcular los costos tangibles de la propuesta, se consideró el trabajo preliminar, la maquinaria y equipos, accesorios y, por último, los equipos de protección personal. El cálculo de los costos se encuentra en la **Tabla 53**. A continuación, se detalla cada costo considerado:

A. Trabajo preliminar

El trabajo preliminar está referido a la cavidad que se debe realizar para colocar las rejillas de desbaste y para el colector. Por ello, se consideró el costo de mano de obra de excavación, y tarrajeo el cual fue multiplicado por la cantidad de metros cúbicos necesarios.

B. Maquinaria y equipos

Respecto al sistema DAF, primero se determinó el proveedor, para ello, se realizó una evaluación de cinco proveedores por medio del método de factores ponderados. Posteriormente, se calculó el I.G.V. y el costo de traslado de Paita a Chiclayo, como se observa en la **Tabla 52**. Así mismo, se consideraron los costos de otros equipos necesarios, como bombas, rejillas, colector.

Tabla 52. Costo del Sistema DAF

Descripción	Costo (S/)
Equipo DAF	31 057,600
I.G.V.	5 590,368
Traslado de Paita - Empresa	1 581,500
Total	38 229,468

C. Accesorios

En cuanto a los accesorios, se tomaron en cuenta los tubos, codos, Tee y adaptadores.

D. Equipo de protección personal

Según la hoja de seguridad del coagulante (Sulfato de aluminio) y del control de olores (Secuestrante de H₂S y mercaptano) el operario que manipule estos insumos químicos debe utilizar guantes de neopreno, ropa con mangas largas, respirador de gases orgánicos, botas y lentes de seguridad. En el *Anexo 10* y *11*, se encuentra la información relevante respecto a las hojas de seguridad de los insumos químicos.

Tabla 53. Costos tangibles

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Trabajo preliminar				
Mano de obra de excavación de tierra	m ³	25,266	11,8	298,133
Mano de obra de tarrajeo de tierra	m ²	40,065	11	440,715
Maquinaria y equipos				
Rejillas de desbaste	und	4	120	480
Tanque de coagulante	und	1	50	50
Bomba centrífuga (<i>Anexo 12</i>)	und	1	385	385
Bomba de dosificación (<i>Anexo 8</i>)	und	1	1 658	1 658
Sistema DAF (<i>Anexo 13</i>)	und	1	38 229,468	38 229,468
Accesorios				
Codo 90°	und	2	4,2	8,4
Tee	und	1	6,9	6,9
Adaptador de 1" a 3"	und	1	9,1	9,1
Adaptador de 3" a 1"	und	1	9,1	9,1
Tubos PVC 3"	und	2	18,4	36,8
Equipo de protección personal (<i>Anexo 14</i>)				
Guantes de neopreno	und	2	21,9	43,8
Botas de seguridad	und	1	21,9	21,9
Lentes de seguridad	und	1	37,9	37,9
Respirador contra vapores orgánicos	und	1	220,9	220,9
Conjunto (camisa y pantalón)	und	1	83,9	83,9
Costo total				42 020,016

3.4.1.1.2. Costos intangibles

Es necesario realizar un análisis físico - químico como medida de control, el cual se llevará a cabo mensualmente. En cuanto a la disposición de lodos, se realizará por medio de una empresa prestadora de servicios. Además, para calcular el costo de mantenimiento se tomó como referencia un valor anual de 2% de la inversión realizada en el equipo e instalación del tratamiento [53]. El costo de los aspectos antes mencionados se observa en la *Tabla 54*.

Tabla 54. Costos intangibles

Descripción	Costo	Costo total
Análisis físico químico	400	4 800
EPS	500	6 000
Mantenimiento	-	840,40
Total	900	11 640,40

3.4.1.2. Gastos administrativos para el manejo del sistema propuesto

En los gastos administrativos se determinó que para la manipulación del equipo DAF es necesario un operario, en la **Tabla 55**, se muestran estos costos.

Tabla 55. Sueldos del personal

Personal	Cantidad	Sueldo mensual (S/)	Liquidación	Total
Operario	1	930	1 395	12 555
Total				12 555

3.4.1.3. Costos por multas

La gravedad de la infracción se definirá de acuerdo a la **Tabla 57**, en el caso de la empresa, el tipo de infracción que tiene es grave. Por lo tanto, la multa que se asigna se encuentra entre 2 a 5 UIT. Es por ello, que en la **Tabla 56**, se calcula la cantidad monetaria a pagar, teniendo en cuenta que cada UIT tiene un valor de 4 050 soles.

Tabla 56. Multa de la infracción grave

Multa (UIT)	Valor de UIT (S/)	Total a pagar (S/)
2	4 050	8 100
3	4 050	12 150
4	4 050	16 200
5	4 050	20 250

Tabla 57. Tipo de infracciones

Tipo de infracción	Descripción	Multa
Leve	* Por contaminar las fuentes naturales de agua superficiales y subterráneas.	0,5 – 2 UIT
Grave	* Por el vertimiento de efluentes no tratados en los cuerpos de agua. * Por reusar aguas sin autorización de la ANA.	2 – 5 UIT
Muy grave	* Por arrojar residuos sólidos a cuerpos de agua o artificial.	5 – 10 000 UIT

Fuente: MINAM [11]

3.4.1.4. Costo por consumo de agua

En la **Tabla 58** se muestra el tarifario industrial por consumo de agua, el cual nos sirve para obtener el costo por consumo de agua en los años proyectados (2020 – 2024). Posteriormente, en la **Tabla 59**, se presenta el costo por consumo de agua de los años 2020 – 2024.

Tabla 58. Tarifa industrial de agua

Costo industrial de agua (S/)		
Servicio de agua	7,27	
Servicio de desagüe	3,21	12,37
I.G.V.	1,89	
Costo fijo	1,41	1,41

Fuente: Recibo de EPSEL

Tabla 59. Costo por consumo de agua en el periodo 2020 - 2024

Año	Consumo (m ³)	Costo (S/)
2020	7 802,90	96 523,23
2021	7 902,48	97 755,11
2022	7 999,41	98 954,16
2023	8 093,95	100 123,53
2024	8 186,02	101 262,51
Total	39 984,76	494 612,91

3.4.1.5. Costos del sistema propuesto

En la **Tabla 60**, se muestra el cálculo del consumo de energía de los equipos en el tratamiento de los efluentes, basado en el uso diario y en su potencia de cada uno. De modo que, es necesario

conocer el costo de energía en el sector industrial que, según Osinergmin [52] es 11,83 centavos de dólar por kilovoltio/hora, que equivale a 0,39 soles.

Tabla 60. Costo por consumo de energía

Equipos	Consumo (kW)	Tiempo (h/día)	Energía diaria (kW/h)	Costo de energía S/ por (kW/h)	Costo total (S/)
Bomba dosificadora	0.048	8	0,38	0,39	0,15
Bomba centrífuga	0.500	8	4	0,39	1,56
Compresor de aire	0.550	8	4,40	0,39	1,72
Bomba de reciclaje	0.750	8	6	0,39	2,34
Skimmer	0.200	8	1,60	0,39	0,62
Total					6,39

Para calcular el costo del tratamiento del efluente se tomó en consideración el costo de energía de los equipos mencionados en la **Tabla 60** por el tiempo, y se dividió entre la cantidad del efluente en m³ /día, obteniendo un costo por metro cúbico de S/ 0,30. Los costos de energía del sistema propuesto se muestran en la **Tabla 61**.

$$\text{Costo del tratamiento del efluente} = \frac{6,39 \frac{\text{S/}}{\text{día}}}{21,41 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,30$$

Tabla 61. Costo de energía para el sistema de tratamiento propuesto

Año	m ³	Costo de energía
2020	7 802,90	66 154,97
2021	7 902,48	66 999,28
2022	7 999,41	67 821,10
2023	8 093,95	68 622,58
2024	8 186,02	69 403,22

Para calcular la cantidad de coagulante que necesitará el efluente, los 0,04 g/m³ que requiere el agua residual se multiplicó por la cantidad de agua generada en todo el año (m³/año), para luego multiplicarlo por el costo del sulfato de aluminio que es de S/ 8,38 el kilogramo. El cálculo del costo por consumo de coagulante se encuentra en la **Tabla 62**. Así también, en la **Tabla 63**, se muestra el costo total por consumo de secuestrante de olores.

Tabla 62. Costo por consumo de coagulante

Año	m ³	Cantidad SA (g/m ³)	Consumo total (kg)	Costo (S/ / kg)	Costo total (S/)
2020	7 802,9	400	3 121,16	8,38	26 155,31
2021	7 902,48	400	3 160,99	8,38	26 489,12
2022	7 999,41	400	3 199,76	8,38	26 814,04
2023	8 093,95	400	3 237,58	8,38	27 130,91
2024	8 186,02	400	3 274,41	8,38	27 439,55

Tabla 63. Costo por consumo de secuestrante de olores

Año	m ³	Cantidad SA (g/m ³)	Consumo total (kg)	Costo (S/ / kg)	Costo total (S/)
2020	7 802,9	20	156,06	23,22	3 623,66
2021	7 902,48	20	158,05	23,22	3 669,91
2022	7 999,41	20	159,99	23,22	3 714,93
2023	8 093,95	20	161,88	23,22	3 758,83
2024	8 186,02	20	163,72	23,22	3 801,59

3.4.2. Análisis costo beneficio

En la **Tabla 64**, se muestra el beneficio y el costo de la empresa con la propuesta de tratamiento de aguas residuales. Posteriormente, se realiza el análisis, con el beneficio costo y el tiempo de recuperación.

Beneficio / Costo:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Total de beneficios}}{\text{Total de costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{1\,970\,494,324}{280\,966,604}$$

$$\frac{B}{C} = 7,013$$

El resultado significa que la propuesta es económicamente rentable, ya que por cada sol invertido se obtiene 7,013 soles.

Tiempo de recuperación: El dinero invertido se recupera en 67 días.

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{flujo}}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{53\,660,416}{286\,703,786}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = 67 \text{ días}$$

Tabla 64. Análisis del flujo de caja del sistema propuesto a la empresa

BENEFICIOS							
Descripción	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
		2020	2021	2022	2023	2024	
Venta de pollos		364 776,946	369 432,463	373 963,940	378 383,261	382 687,714	
Ahorro de pago por multa por infracción		20 250	20 250	20 250	20 250	20 250	
TOTAL BENEFICIO		385 026,946	389 682,463	394 213,940	398 633,261	402 937,714	1 970 494,324
COSTOS							
Costo de energía de las PTAR		2 328,756	2 358,475	2 387,404	2 415,619	2 443,097	
Costo de inversión	53 660,416						
Costo de insumos químicos		29 778,988	30 159,025	30 528,948	30 889,751	31 241,127	
Costo de mano de obra		12 555	12 555	12 555	12 555	12 555	
TOTAL COSTO	53 660,416	44 662,743	45 072,500	45 471,352	45 860,370	46 239,224	280 966,604
FLUJO	-53 660,416	286 703,786	631 313,750	980 056,338	1332 829,229	1689 527,720	

B/C	7,013
------------	-------

Tiempo de recuperación	67 días
-------------------------------	---------

3.4.3. Análisis del impacto ambiental negativo

3.4.1.1. Valorización del impacto ambiental

Se elaboró otra matriz de Leopold (*Tabla 68*) para evaluar los impactos generados después del desarrollo del proyecto. La cual permite conocer qué impactos han reducido, eliminado o incrementado. La *Tabla 65* nos muestra que el factor ambiental de la calidad de agua ha disminuido en 84,314 %.

Tabla 65. Disminución de impacto ambiental

Factor ambiental	Impacto actual	Impacto con la propuesta	Porcentaje de disminución	Motivo de la disminución
Calidad de agua	-51	-8	84,314 %	El sistema propuesto permitirá cumplir con los LMP para vertimiento de agua al alcantarillado, exigidos por el Ministerio del Ambiente. Y los lodos serán almacenados en un tanque para luego ser tratados por otra empresa.

De los 188 impactos negativos generados en la empresa se logró reducir a 147 con la propuesta del sistema de tratamiento DAF. Lo que indica que la propuesta de mitigación ha reducido en 20,222 % el impacto negativo generado en el Centro de beneficio. Sin embargo, la propuesta de tratamiento genera lodos, causantes de malos olores, aumentando de esta forma el impacto negativo en este factor ambiental en 7,143 % como se presenta en la *Tabla 66*.

Tabla 66. Aumento del impacto negativo de los olores

Factor ambiental	Impacto actual	Impacto con la propuesta	Porcentaje de aumento	Motivo de la disminución
Olores	-28	-30	7,143 %	Por la generación de lodos del sistema de tratamiento DAF produce olores no agradables.

Por esta razón, se pretende suministrar como propuesta de mitigación un producto químico: secuestrante de H₂S y mercaptanos al lodo generado para controlar los olores que pueden suscitarse. En la *Tabla 67*, se describe la medida de mitigación. Así mismo, en el *Anexo 15*, se encuentra la ficha técnica del producto.

Tabla 67. Propuesta de mitigación en los olores

Factor ambiental	Propuesta	Actividades	Responsable
Aire Olores	Aplicación de Secuestrante de mercaptano	Verter el insumo en los lodos	Especialista en el tratamiento

Además, en cuanto a los lodos generados en el sistema de DAF, se contratará una Empresa Prestadora de Servicios – EPS, para su disposición.

Tabla 68. Matriz de Leopold con las medidas de mitigación

Medio	ACCIONES Factores Ambientales afectados		Operaciones											Promedios positivos	Promedios negativos	Impacto por subcomponentes	Impacto por componentes	Impacto Total del proyecto
			RECEPCIÓN Y APLANAMIENTO	PESADO Y CLASIFICACIÓN	SACRIFICIO	ESCALDADO	DESPLUMADO	TEÑIDO	CORTADO Y EVISCERADO	LAVADO	ENFRIADO	EMPACADO Y PESADO	LIMPIEZA					
Físico	Agua	Consumo de agua				-1	-1	-1			-1	-1		-1			-37	
		Calidad del agua			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1			-8
	Aire	Calidad del aire				-1			-1									-2
		Olores			-1	-1			-1	-1	-1	-1				-1	6	-30
		Material particulado	-3	-1				-1							-1			-13
		Ruido	-3	-1	-1									-1				-17
	Suelo	Problemas de drenaje			-1			-1			-1	-1			-1	-1		-32
Biológico	Paisaje	Cambios en la estructura del paisaje	-3														-9	
socioeconómico	Económico	Nivel de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
	Población	Salud	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						-10
Promedio Positivos																		
Promedios Negativos			-24	-7	-17	-12	-19	-12	-12	-19	-10	-2	-12	-12				
Total de impactos por acciones			-24	-7	-17	-12	-19	-12	-12	-19	-10	-2	-12	-12				

IV. CONCLUSIONES

- 1.** El Centro de Beneficio María de Fátima tiene una demanda estable de 720 000 pollos al año, lo cual representa un consumo de agua de 7 707,913 m³, siendo la etapa de lavado la de mayor consumo (66,98 %). Además, de los impactos identificados y valorados, el factor ambiental más afectado fue la calidad de agua (-51). Es por ello, que se propone el tratamiento de agua residual para disminuir el impacto ambiental negativo.
- 2.** De los parámetros analizados del efluente del proceso del Centro de Beneficio, los valores de SST (1 120 mg/l), DBO₅ (2 100 mg/l), y DQO (3 870 mg/l), exceden los LMP establecidos por el Ministerio del Ambiente. Por esta razón, es necesario implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales.
- 3.** Se propone el tratamiento de aguas residuales por clarificación, a través del sistema de flotación por aire disuelto (DAF), el cual permitirá reducir los valores de SST, DBO₅, y DQO en 87%, 88,39%, 91%, respectivamente.
- 4.** El sistema propuesto para el tratamiento de las aguas residuales del Centro de Beneficio del distrito de La Victoria, es técnica, económica y ambientalmente viable, ya que la relación de B/C fue de S/ 7,013, valor que indica la rentabilidad de la propuesta para la empresa, con un tiempo de recuperación de 67 días. Además, ayudará a reducir el impacto ambiental negativo en un 22,222 %.

V. RECOMENDACIONES

1. Para las futuras investigaciones, se recomienda profundizar en el estudio de reutilización del agua residual tratada con la finalidad de reducir el consumo de agua y por ende el impacto negativo en el ambiente.
2. Se recomienda desarrollar estudios de valorización de los lodos generados en el Sistema de tratamiento. Además, de profundizar en el desarrollo de las propuestas de mitigación.
3. Finalmente, se recomienda evaluar la viabilidad de la recolección y comercialización de la sangre en la etapa de sacrificio de los pollos para la obtención de beneficios económicos y ambientales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Organización de las Naciones Unidas - ONU, «Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua,» París, 2018.
- [2] F. Meoño, C. González y Y. Morales, «Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú,» *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, vol. 2, n° 2, pp. 09-25, 2015.
- [3] Ministerio de agricultura y riego, «MINAGRI,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/42-sector-agrario/recurso-agua/324-vertientes-y-disponibilidad-de-agua>. [Último acceso: Abril 2018].
- [4] Organismo de evaluación y fiscalización ambiental - OEFA, «OEFA,» Abril 2014. [En línea]. Available: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827. [Último acceso: Abril 2018].
- [5] A. Fernández y A. Betancourt, «Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola,» *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería.*, vol. 6, n° 1, pp. 13 - 24, 2018.
- [6] M. Sánchez, Y. Caldera y E. Gutiérrez, «Eficiencia de coagulantes durante el tratamiento de aguas residuales en la industria avícola en un sistema de flotación,» *Impacto Científico*, vol. 12, n° 1, pp. 201-214, Junio 2017.
- [7] R. Sánchez y K. García, «TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CARGAS INDUSTRIALES CON OXIDACIÓN AVANZADA EN SISTEMAS CONVENCIONALES,» *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 27, n° 1, pp. 103-111, 2018.
- [8] E. Aguilar, «Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala de laboratorio para el tratamiento de agua,» *Rev. del Instituto de investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, vol. 18, n° 35, pp. 69-73, 2015.
- [9] M. Parra, L. Hidalgo, N. Guananga y D. Cajamarca, «Evaluación del plan de administración ambiental para la granja avícola dos hermanos,» *INNOVA Research Journal*, vol. 3, n° 10, pp. 42 - 54, 2018.
- [10] Ministerio de Agricultura y Riego, «Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización avícola,» Enero, 2016.
- [11] D. Gómez, Evaluación del impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión de ambiente. Segunda edición, Madrid: Ediciones Mundi - Prensa, 2003.
- [12] M. d. Ambiente, «Guía de evaluación de riesgos ambientales,» Lima, 2010.
- [13] Analiza calidad, «Analiza calidad,» [En línea]. Available: <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1110aguas.pdf>. [Último acceso: Junio 2018].
- [14] Sistema nacional de información ambiental, «SINIA,» [En línea]. Available: <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054>. [Último acceso: Junio 2018].
- [15] S. Bes, A. Silva y C. Bengoa, «Manual técnico sobre procesos de oxidación avanzada aplicados al tratamiento de aguas residuales industriales,» CYTED.
- [16] E. Aguilar, «Diseño de un sistema de flotación por aire disuelto (FAD) para mejorar la calidad del agua residual de la industria,» Quito, 2014.

- [17] X. Castells, «Tecnologías aplicables al tratamiento de residuos,» Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 2012.
- [18] Universidad de La Coruña, «Fichas técnicas de etapas de proceso de plantas de tratamiento de aguas residuales de la industria. Flotación mediante aire disuelto. Tratamientos primarios,» INDITEX, La Coruña, 2013.
- [19] Universidad de La Coruña, «Fichas técnicas de procesos unitarios de plantas de tratamiento de efluentes líquidos. Electrocoagulación Electroflotación,» INDITEX, La Coruña, 2015.
- [20] A. Silicio, Capacitación y desarrollo de personal, Cuarta Edición ed., México: LIMUSA Noriega Editores, 2004.
- [21] Amorima, Nardi y D. Nery, «Water conservation and effluent minimization: Case study of a poultry slaughterhouse,» *ScienceDirect*, pp. 97-100, 2007.
- [22] Ministerio del Ambiente, «Residuos y áreas verdes,» Lima, 2016.
- [23] MINAM, 2009. [En línea]. Available: http://www.minam.gob.pe/consultaspublicas/wp-content/uploads/sites/52/2014/02/lmp_camales.pdf. [Último acceso: Mayo 2018].
- [24] Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), «Estándares de calidad ambiental de agua - Grupo N° 3: Riego de vegetales y bebida de animales,» Lima.
- [25] M. G. Rodríguez, «Depuración de aguas residuales: Modelización de procesos de lodos activos,» Consejo superior de investigaciones científicas, Madrid, 2006.
- [26] Ministerio del ambiente, «sinia.minam,» 2010. [En línea]. Available: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-ley-recursos-hidricos-ley-no-29338>. [Último acceso: Junio 2018].
- [27] Autoridad Nacional del agua (ANA), «ANA,» Noviembre 2014. [En línea]. Available: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/dir._gen._ndeg_007-2014-ana-j-darh_0_2.pdf. [Último acceso: Junio 2018].
- [28] Ministerio del ambiente, «ANA,» Enero 2010. [En línea]. Available: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_29338_0_2.pdf. [Último acceso: Junio 2018].
- [29] Instituto de la construcción y gerencia, «Reglamento nacional de edificaciones,» 2006. [En línea]. Available: http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/03_OS/RNE2006_OS_090.pdf. [Último acceso: Julio 2018].
- [30] R. García Criollo, Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo, vol. 2, México: Mc. Graw Hill, 2005.
- [31] L. Valdés, «Manual para la diagramación de procesos,» 2006.
- [32] Ministerio de Salud - DIGESA, «Protocolo de monitoreo de la calidad de agua sanitaria de los recursos hídricos superficiales,» Lima, 2007.
- [33] Autoridad Nacional del Agua (ANA), «Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales,» Lima, 2016.
- [34] P. López, Herramienta para la mejora de la Calidad. Métodos para la mejora continua y solución de problemas, Madrid: Fundación Confemetal, 2016.
- [35] M. Pardo, La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI. Teorías, procesos, metodología, Caracas: Editorial Fundamentos, 2002.

- [36] Monsalve, Romero, Miranda y Muñoz, «Balance de materia y energía. Procesos industriales,» Editorial Patria, México, 2014.
- [37] K. K. y. J. Kendall, «Análisis y diseño de sistemas,» PEARSON educación, México.
- [38] E. Sanint, «Métodos cuantitativos para la toma de decisiones ambientales,» Universidad Nacional de Colombia, 2004.
- [39] H. Jiménez y E. Treviño, «ANÁLISIS DE LOS COSTOS OPERATIVOS Y SU INCIDENCIA EN EL EBITDA CASO DE ESTUDIO DE UNA EMPRESA REGIONAL MONTAÑA,» *VinculaTégica*, vol. 2, n° 1, 2016.
- [40] S. L. p. I. Calidad, «Análisis Costo / Beneficio (Cost / Benefit Analysis),» 2000.
- [41] C. Trapote y B. Martínez, «Regeneración y reutilización de las aguas residuales,» *Técnica Industrial*, 2012.
- [42] D. Muñoz, «SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE MATADERO: Para una población menor 2000 habitantes,» *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, vol. 3, n° 1, pp. 87-98, 2005.
- [43] A. Bolaño, «Sistema de flotación por aire disuelto para el tratamiento de aguas residuales industriales,» EIA, Chile, 2009.
- [44] E. Aguilar, «Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua,» *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, vol. 18, n° 35, pp. 69 - 73, Enero - Junio 2015.
- [45] A. De Turrís, C. Yabroudi, B. Valbuena, C. Gutiérrez, C. Cárdenas y L. y. R. C. Herrera, «Tratamiento de aguas de producción por flotación con aire disuelto,» *Interciencia*, vol. 36, n° 3, pp. 211-218, 2011.
- [46] Á. Arango, «La electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales,» *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, vol. 2, n° 1, pp. 49 - 56, 2005.
- [47] Á. Arango, L. Garcés, S. Molina y S. Piedrahita, «Análisis de costos de la electrocoagulación de aguas residuales de la industria láctea,» *Producción + Limpia*, vol. 3, n° 2, pp. 9 - 22, 2008.
- [48] Departamento de investigación y documentación parlamentaria, «Consumo promedio per cápita anual de alimentos por ámbito geográfico, según principales productos alimenticios,» Lima, 2017.
- [49] INEI, «Perú: Consumo per cápita de los principales alimentos 2008 - 2009,» Lima, 2008.
- [50] J. Romero, Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño, Colombia: Escuela colombiana de ingeniería, 2004.
- [51] L. Ortiz, M. Gutierrez y E. Sánchez, «PROPUESTA DE MANEJO DE LOS LODOS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD INDUSTRIAL DEL VALLE DE CUERNAVACA, ESTADO DE MORELOS, MÉXICO,» *Rev. Int. Ambient.*, vol. 2, n° 11, pp. 105 - 115, 1995.
- [52] Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), «Flujo uniforme. Flujo en superficie libre,» Lima.
- [53] Renovetec, «El presupuesto anual de mantenimiento,» *Ingeniería del Mantenimiento*, 2013.
- [54] Osinergmin, «Tarifas eléctricas industriales y comerciales en Latino América,» Lima, 2018.
- [55] M. d. Chiclayo, «Municipalidad de Chiclayo,» 2015. [En línea]. Available: https://www.munichiclayo.gob.pe/index.php?tipo=doc&docT=PDU-V6%20CAP-III&docR=Documentos/eb21be_PDU-V6%20CAP-III.pdf.

- [56] Pedrollo, «Pedrollo,» [En línea]. Available: https://www.pedrollo.com/public/allegati/CP%200.25-2.2%20kW_ES_60Hz.pdf.
- [57] L. Shandong Better Environmental Protection Technology Co., «Alibaba,» [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/supplier_wc4BAAIB1Ye8R9ecrLZddh2tTsuk. [Último acceso: 20 05 2019].
- [58] Walchem, «Whalchem,» [En línea]. Available: https://www.walchem.com/literature/Pumps/EHE/SP/180180-SP_EHE31_Brochure.pdf. [Último acceso: 03 2018].
- [59] «Maestro,» [En línea]. Available: <https://www.maestro.com.pe/productos/gasfiteria/bomba-centrifuga-05-hp-cpm6001>. [Último acceso: 20 05 2019].
- [60] J. Morales, E. González y G. Colina, «Obtención y caracterización de carbón activado obtenido de lodos de plantas de tratamiento de agua residual de una industria avícola,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. 17, n° 4, pp. 453-462, 2016.
- [61] E. Veliz, J. Guadalupe, L. Fernández y M. Bataller, «Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola,» *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 7, n° 1, pp. 17-34, 2016.
- [62] L. Palacios, «Ingeniería de métodos: movimiento y tiempos,» ECDE Ediciones, Colombia, 2016.
- [63] R. Domínguez, «Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas para poblaciones entre 20 y 25 mil habitantes,» Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2015.
- [64] CEPIS, de *Especificaciones técnicas para el diseño de trampas de grasa*, Lima, 2003.
- [65] W. Lozano, «FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES,» de *Diseño de Plantas de tratamiento de aguas residuales*, 2012.
- [66] S. Pabón y J. Suárez, «Arranque y operación a escala real de un sistema de tratamiento de lodos activos para aguas residuales de matadero,» *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN*, vol. 29, n° 2, pp. 53-58, 2009.
- [67] Ministerio del ambiente, «Ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental y su reglamento,» Diseño e Imagen de Luis Ronald Condor Tejada, Lima, 2011.
- [68] C. Tejada, L. Tejada, Á. Villabona y L. Monroy, «OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE GRASA RESIDUAL DE ORIGEN ANIMAL,» *Luna Azul*, n° 36, pp. 10 - 25, 2013.
- [69] J. Tuya, I. Ramos y J. Dolado, *Técnicas cuantitativas para la gestión en la ingeniería del software*, España: NETBIBLO, 2007.

VII. ANEXOS


Anexo 1. Multas (Calificación de infracción)

CALIFICACIÓN PRELIMINAR PARA DETERMINAR LA POSIBLE SANCIÓN A IMPONER QUE SE DEBE SEÑALAR EN LA NOTIFICACIÓN DE APERTURA

CALIFICACIÓN DE INFRACCIONES EN MATERIA DE AGUA		
INFRACCIÓN	CALIFICACIÓN	
Usar, represar o desviar las aguas sin el correspondiente derecho de uso de agua o autorización de la Autoridad Nacional del Agua.	GRAVE	MUY GRAVE
Construir o modificar, sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua, obras de cualquier tipo, permanentes o transitorias, en las fuentes naturales de agua, los bienes naturales asociados a ésta o en la infraestructura hidráulica mayor pública.	GRAVE	MUY GRAVE
Contaminar las fuentes naturales de agua, superficiales o subterráneas, cualquiera fuese la situación o circunstancia que lo genere.	GRAVE	MUY GRAVE
Efectuar vertimiento de aguas residuales en los cuerpos de agua o efectuar reuso de aguas, sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua.	GRAVE	MUY GRAVE
Arrojar residuos sólidos en cauces o cuerpos de agua natural o artificial	GRAVE	MUY GRAVE
Interceptar, utilizar o desviar sin autorización los cauces, riberas, fajas marginales o los embalses de las aguas.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
Destinar las aguas a uso o predio distinto para el cual fueron otorgadas sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
Transferir o ceder a terceros el uso total o parcial de las aguas.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
Utilizar el agua con mayores caudales o volúmenes que los otorgados o de manera ineficiente técnica o económicamente, o por incumplir con los parámetros de eficiencia o plan de adecuación aprobado.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
Falta de pago de retribuciones económicas o tarifas por el uso del agua, sin perjuicio de revocar el derecho por la causal del artículo 72° de la Ley.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
Mantener en malas condiciones la infraestructura hidráulica, los dispositivos de control y medición necesarios para el uso del agua o incumplir con instalar dichos dispositivos.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
Impedir u obstaculizar las inspecciones que disponga la Autoridad Nacional del Agua o el ingreso a cualquier lugar de propiedad pública o privada, a quienes ejercen autoridad en materia de aguas en el cumplimiento de sus funciones.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE
No dar aviso oportuno a la Autoridad Nacional del Agua cuando por causa justificada no utilice transitoria, parcial o totalmente las aguas otorgadas.	LEVE	GRAVE MUY GRAVE

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) [12]

Anexo 2. Recibo de EPSEL



PINELA C ANGELA
CAL CORICANCHA Nro. 401

ZON LA VICTORIA

ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.
www.epsel.com.pe
Av. Sáenz Peña N° 1060 - Chiclayo
RUC: 20103448591

**PARA CONSULTA
SU CÓDIGO ES :**

01181317

Recibo Nro. 1 - 0031517816
Cod. Catastral 01.01.10.381.0515.0000
RUTA DE REPARTO

Información general


Mes de Facturación: ABRIL 2018
Frecuencia de Facturación: MENSUAL
Período de consumo: MARZO 2018
Servicio: AGUA Y DESAGÜE
Categoría: INDUSTRIAL
Clase: NO RESIDENCIAL
Fecha de Emisión: 1/04/2018
Tarifa: (IND) Unit. van: 1

Fecha de Vencimiento : 26/04/2018
Fecha de Corte : 26/04/2018

Medición:	Lectura/Cod.	Periodo	Consumo/Medidor
Lectura Actual	10(5)	22/03/2018	60 - 6919615
Lectura Anterior	04(5)	22/02/2018	60 - 6919615

Evolución de su consumo de agua

Consumo Asignado



Detalle de facturación

Concepto	No Imponible	Importe
201 SERVICIO DE AGUA		436.08
301 SERVICIO DESAGÜE		192.85
315 CARGO FIJO		1.41
SUBTOTAL		630.15
I.G.V.		113.43
Redondeo		0.02
Monto Recibo		743.60
Importe total a pagar:		S/ 743.60

Son: SETECIENTOS CUARENTA Y TRES CON 60/100 SOLES

Mensaje

Gracias por el pago puntual de su Recibo

AGUA Y ALCANTARILLADO: Dos servicios esenciales para la vida y la salud , que a pesar de sus costos de producción cuestan mucho menos que otros servicios ...!!!

Horario de Suministro: (00:00 a.m. - 00:00 a.m.)

Reservado para el Departamento de cobranza

Código de Consulta: **01181317** PINELA C ANGELA


Código Catastral N°: 01.01.10.381.0515.0000


Nro. Recibo : 0031517816

Facturación: 0031517816 Vencimiento

ABRIL 2018 1/04/2018 26/04/2018

Total a Pagar S/ 743.60





ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.
www.epsel.com.pe
RUC: 20103448591

6-326

Fuente: EPSEL

Anexo 3. Evolución de la población de la Provincia de Chiclayo según sus distritos

Distrito	Evolución población de la Provincia de Chiclayo													
	Población 1981		Población 1993		Población 2007		Población 2009(**)		Población 2014(**)		Población 2019(**)		Población 2024(**)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1. Chiclayo	213.366	56.0	239.887	43.6	260.948	37.4	264.618	36.9	272.140	35.7	279.662	34.6	287.184	33.7
2. José Leonardo Ortiz	71.767	19.0	119.433	21.7	161.717	23.2	167.758	23.4	182.859	23.6	197.961	24.5	213.062	25.0
3. La Victoria.	0.000	0.0	60.249	11.0	77.699	11.1	80.191	11.2	86.423	11.4	92.655	11.5	98.887	11.6
4. Pimentel	10.648	3.0	18.524	3.4	32.346	4.6	34.320	4.8	39.256	5.2	44.193	5.5	49.129	5.8
5. Monsefú	22.319	6.0	27.986	5.1	30.123	4.3	30.428	4.2	31.191	4.5	31.954	4.0	32.718	3.8
6. Pomalca(*)	0.000	0.0	0.000	0.0	23.092	3.3	23.493	3.3	24.496	3.2	25.498	3.2	26.501	3.1
7. Reque	7.057	2.0	9.483	1.7	12.606	1.8	13.052	1.8	14.167	1.8	15.283	1.9	16.398	1.9
8. Santa Rosa	5.262	1.0	8.641	1.6	10.965	1.6	11.297	1.6	12.127	1.5	12.956	1.6	13.786	1.6
9. Eten	9.851	3.0	11.195	2.0	10.673	1.5	10.598	1.5	10.412	1.3	10.226	1.3	10.039	1.2
10. Eten Puerto	2.162	1.0	2.472	0.4	2.238	0.3	2.205	0.3	2.121	0.3	2.037	0.3	1.954	0.2
11. Lambayeque	29.656	8.0	45.090	8.2	63.376	9.1	66.000	9.2	72.534	9.5	79.069	9.8	85.603	10.0
12. San José	5.592	1.0	7.219	1.3	12.078	1.7	12.772	1.8	14.507	1.9	16.243	2.0	17.978	2.1
Total	377.680	100.0	550.179	100.0	697.861	100.0	716.732	100.0	762.233	100.0	807.737	100.0	853.239	100.0

Fuente: Municipalidad de Chiclayo [43]

Anexo 4. Equipos utilizados en el laboratorio Synvbiol



Fuente: Laboratorio Synvbiol



Fuente: Laboratorio Synvbiol

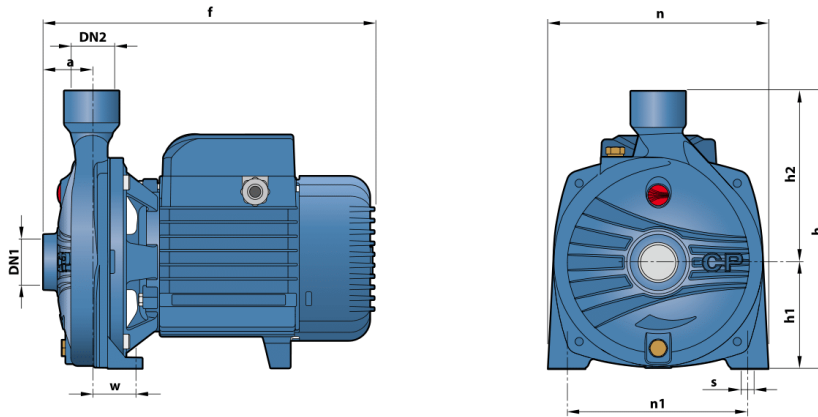


Fuente: Laboratorio Synvbiol

Anexo 5. Ficha técnica de bomba centrífuga



DIMENSIONES Y PESOS



MODELO		BOCAS		DIMENSIONES mm									kg	
Monofásica	Trifásica	DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	n	n1	w	s	1~	3~
CPm 600	CP 600	1"	1"	42	258	205	82	123	165	135	41	10	7.0	7.7
CPm 610	CP 610				286	240	92	148	190	160	38		8.5	7.8
CPm 620	CP 620				367	260	110	150	206	165	44.5		11	11.0
CPm 650 - 650M	CP 650 - 650M	1 1/4"	1"	51	367/387	260	110	150	206	165	44.5	11	17.8	17.6
CPm 660 - 660M	CP 660 - 660M				367/387	260	110	150	206	165	44.5	11	18.9	17.9
CPm 670 - 670M	CP 670 - 670M				367/387	260	110	150	206	165	44.5	11	20.9	22.5

MODELO		POTENCIA (P ₂)		▲	Q	H metros														
Monofásica	Trifásica	kW	HP			0	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	9.0	9.6		
CPm 600	CP 600	0.37	0.50	IE2	H metros	0	10	20	40	60	80	90	100	110	120	130	150	160		
CPm 610	CP 610	0.60	0.85			22	21	20	18	15	11									
CPm 620	CP 620	0.75	1			28.5	28	27	25	22	19	17								
CPm 650	CP 650	1.1	1.5	IE3	H metros	35	34	33	31	28.5	25.5	23.5	21							
CPm 660	CP 660	1.5	2			40	-	39	38	36	33.1	31.2	28.8	26						
CPm 670	CP 670	2.2	3			48	-	47.5	46	44	41	39.5	37.5	35	32					
CPm 650M	CP 650M	1.1	1.5	IE3	H metros	56	-	55.5	54.5	52.5	50	48.5	46.5	44	41.5	38				
CPm 660M	CP 660M	1.5	2			33	-	-	32	31	30	29	28	26.5	25	23	19			
CPm 670M	CP 670M	2.2	3			44	-	-	43	42	40	39	38	37	35.5	34	29.5	27		
						53	-	-	52	51	49.5	48.5	47.5	46.5	45	43.5	39	36		

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30-1)

Fuente: Pedrollo [44]

Anexo 6. Proveedor Shandong Better Environmental Protection Technology

Shandong Better Environmental Protection Technology Co. Ltd es una empresa especializada en el tratamiento de lodos y el tratamiento de aguas residuales, ofrece soluciones de tratamiento de lodos y aguas residuales en todo el mundo. Se encarga de proporcionar el diseño, ingeniería, suministro e instalación de sistemas de tratamiento de lodos y aguas residuales, entre otros. El sistema DAF es uno de sus productos, en la **Figura 1 y Tabla 1** se observa las especificaciones brindadas por la empresa de acuerdo a la capacidad del tanque de mezcla de reactivos. [25]

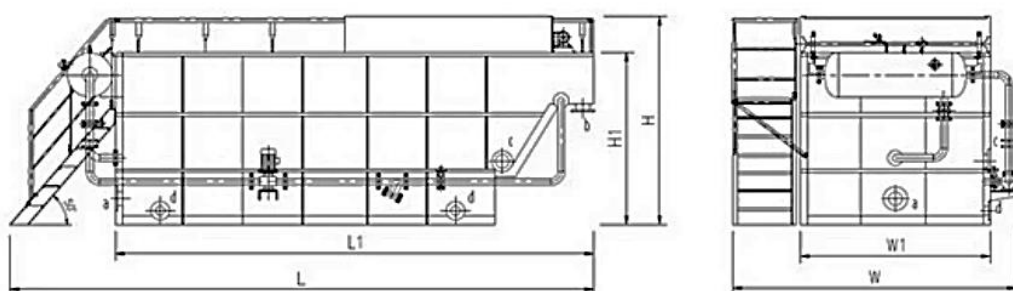


Figura 1. Sistema DAF

Fuente: Proveedor Shandong Better Environmental Protection Technology [40]

Tabla 1. Especificaciones según la capacidad

Modelo	Capacidad	Potencia (kW)			Dimensión (m)			Conexión de tubería(DN)		
	m ³ /h	Bomba de reciclaje	Compresor de aire	Skimmer	L	W	H	A) Entrada de agua	B) Salida del agua	C) Salida de lodo
YW-3	2 - 3	0,75	0,55	0,2	3,5	2,85	2,2	80	80	100
YW-5	3 - 5	1,1	0,55	0,2	3,8	2,85	2,2	80	80	100
YW-10	5 - 10	1,5	0,55	0,2	4,5	2,9	2,4	100	100	100
YW-15	10 - 15	2,2	0,75	0,2	5,5	2,9	2,4	100	100	100
YW-20	15 - 20	3	0,75	0,2	5,7	2,9	2,4	150	150	150
YW-30	20 - 30	3	0,75	0,2	6,5	3,2	2,5	150	150	150
YW-40	30 - 40	5,5	0,75	0,2	7,7	3,2	2,5	200	200	150
YW-50	40 - 50	5,5	0,75	0,2	8,1	3,6	2,5	200	200	150
YW-60	50 - 60	7,5	1,5	0,2	9,5	3,6	2,5	250	250	150
YW-70	60 - 70	7,5	1,5	0,2	10	3,8	2,5	250	250	150
YW-80	70 - 80	11	1,5	0,2	10,5	3,48	2,5	250	250	150
YW-100	80 - 100	15	2,2	0,2	11,7	4,2	2,5	300	300	150
YW-120	100 - 120	15	2,2	0,2	12,5	4,4	2,5	300	300	150

Fuente: Proveedor Shandong Better Environmental Protection Technology [40]

Así mismo, la empresa proveedora del equipo DAF brinda las especificaciones del equipo, las cuales se muestran en la **Tabla 2** que se presenta a continuación.

Tabla 2. Especificaciones del modelo YW-3

Equipment list

(Capacity:2-3m³/ hour)

NO.	Item	Spec.	Unit
01	Main body	Material: Carbon steel/ stainless steel Size: 3.5*2.85*2.2m	1 Set
02	Grille	600*500mm aperture:6mm Carbon steel, anticorrosion	1 Set
03	Dissolved air tank	Φ432*1674mm Material: Carbon steel	1 Set
04	Reflux pump	Power: 0.75Kw	1 Set
05	Air compressor	Power: 0.55Kw	1 Set
06	Pressure gage	Pressure: 0-1Mpa	1 Set
07	Float level switch	Model: UQK-02	1 Set
08	Releaser	Material: TH200	1 Set
09	Skimmer	Power: 0.20kw Plastic chain, Rubber scraper	1 Suit
10	Electrical control system	DELIXI	1 Suit
11	Valves	Material:TH200	1 Group
12	Pipelines	Material: Carbon steel	1 Group
13	Jet device	Material: SS304	1 Set
14	Dosing system	2 dosing cans	1 Suit
15	Walking stage	Hand rail: galvanized pipe Ladder: Carbon steel Checkered plate (anti-skidding)	1 Suit

Fuente: Proveedor Shandong Better Environmental Protection Technology [25]

Bombas Dosificadoras

Serie EHE

La EHE es el caballito de batalla de las bombas dosificadoras Serie E. Las bombas serie EHE ofrecen caudales hasta 20 GPH (75 l/h) y presiones de descarga hasta 150 PSI (10 bar). Combinando su rendimiento con un ratio de compresión de 1800:1, la serie EHE es hoy, una de las bombas más versátiles en la industria de tratamiento de aguas.

La combinación de un diseño mecánico superior y la calidad en su fabricación han creado una bomba mucho mejor que la simple suma de sus partes. La versatilidad de sus posibilidades de control le permiten a la EHE ser integrada dentro de virtualmente cualquier aplicación de dosificación de químicos. La operación hasta 360 impulsos por minuto resulta en una alta resolución en la dosificación de químicos y en una larga vida útil. La EHE puede cebarse en segundos y mantener este cebado en forma confiable.



Resumen de Beneficios

- **Rendimiento de alta velocidad**
Las bombas Serie E operan hasta 360 impulsos por minuto, ofreciendo una alta resolución en la dosificación de químicos. La mayoría de los productos de la competencia operan a velocidades menores, resultando en una alimentación lenta, un desgaste prematuro del diafragma y un pobre control de la dosificación.
- **Diseñada para durar**
Todas las bombas Serie E ofrecen un cojinete doble. La estructura y el eje están soportados con un cojinete en cada extremo, con lo cual se asegura un movimiento axial correcto, permitiendo a la Serie E operar a 360 Impulsos/minuto y extender la vida útil del diafragma.
- **Gran rendimiento de las válvulas de retención**
El ensamble de las válvulas de retención duales en la succión y descarga ofrecen una precisión sin igual. Maquinado y moldeado de precisión limitan el movimiento de la válvula de bola, asegurando que estas asientan y sellan correctamente con cada impulso. Este diseño de avanzada de la válvula de retención garantiza un rápido autocebado y un confiable rendimiento.
- **Alto coeficiente de compresión**
El ratio de compresión de una bomba dosificadora es importante porque afecta la capacidad de la bomba de cebarse y ventear. El ratio de compresión se incrementa cuando usted reduce el volumen muerto en el cabezal de bombeo durante la operación. Todas las bombas Serie E ofrecen un alto coeficiente de compresión para asegurar una apropiada alimentación especialmente con productos con gases como el Hipoclorito de sodio.

W A L C H E M
IWAKI America Inc.

Información técnica

2 Años de Garantía

Para todas las Bombas Clase E Incluyendo Partes Mojadas

Serie
Bomba dosificadora EH con control por microprocesador. Control de velocidad manual desde 1 a 360 Impulsos/minuto en incrementos de 1 IPM. Control externo por señales de pulso con multiplicación y división o a través de una señal analógica de 4-20mA

Tabla de caudales y presiones

Tamaño	Max Capacidad de descarga		Max Capacidad por embolada	Max Presion		Relación de potencia
	GPH	ml/min	ml	PSI	MPa	GPH x PSI
E31	5.5	340	0.94	150	1.0	825.0
E36	8.5	520	1.44	105	0.7	892.5
E46	12.0	750	2.08	60	0.4	720.0
E56	20.0	1250	3.47	30	0.2	600.0
E36-HV	4.0	252	1.0	73	0.5	292.0
E46-HV	8.0	505	2.10	60	0.4	480.0

EH E36 E 1 - PC V

Voltaje
1 = 115 VAC, 50/60 Hz
2 = 230 VAC, 50/60 Hz

Modulo de control
E = Para usar con todos los modelos EHE. Las ventajas incluyen control de pulsos externos (división, multiplicación y analógico).

Opciones

☐ = Tubo de conexión 1/2" O.D. y accesorios estándar. (HV es 1/2" O.D. descarga x 1/2" I.D. succión)
☑ = Tubo de conexión estándar 1/2" con válvula antisifón/contra presión (no disponible en FC)
☒ = Conexión de tubo roscada 3/4" NPT (macho) (1/2" MNPT en bombas HV). No MAVV.
☓ = Conexión 3/4" NPT (macho) (1/2" MNPT en bombas HV) con válvula anti sifón/contrapresión. No MAVV.

Materiales partes húmedas

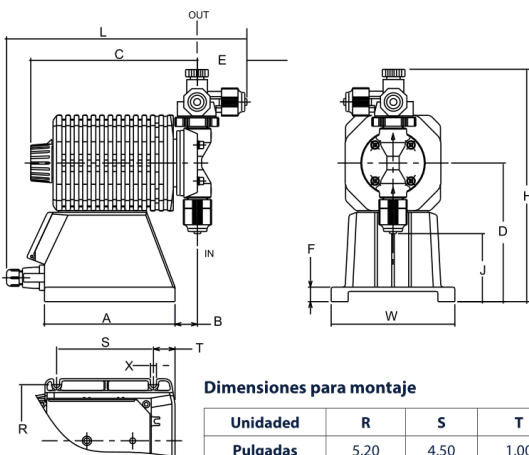
Partes Húmedas	Cabezal de la bomba y conexiones	Diafragma	Válvulas Esféricas	Asientos de Válvulas	Sellos de Válvulas	Junta	Tubo
HV	GFRPP	PTFE con respaldo de EPDM	SS/HC	PCTFE	FKM	PTFE	PE
FC	PVDF		CE	PCTFE	PTFE		
PC	GFRPP		CE	FKM	FKM		
PE	GFRPP		CE	EPDM	EPDM		
VC	PVC		CE	FKM	FKM		
VE	PVC		CE	EPDM	EPDM		
VF	PVC		PTFE	EPDM	EPDM		
VM*	M-PVC		CE	FKM	FKM		

*Las partes húmedas tipo VM están disponibles solo en el tamaño E56

CE: Cerámica Alumina
FKM: Fluoro elastómero
PE: Polietileno
PCTFE: Policloro-trifluoro-etileno
PVDF: Polifluoruro de vinilideno
EDPM: Monomero de etileno - propileno - deno
GFRPP: Polipropileno con relleno de fibra de vidrio
PTFE: Poli-tetra-fluoro-etileno
PVC: Policloruro de vinilo (traslucido)
M-PVC: Policloruro de vinilo maquinado

Nota: Todas las bombas incluyen una válvula de venteo de aire manual con excepción de las partes humedad terminadas en FC/HV y las opciones P y T.
Todas las bombas incluyen una válvula de pie, una válvula de inyección, 20 pies de tubo de polietileno y una pesa cerámica con excepción de los modelos HV (Solamente tubing) y opciones P y T.

Dimensiones (EHE56 Ref)



Dimensiones para montaje

Unidad	R	S	T	X
Pulgadas	5,20	4,50	1,00	0,28
mm	132	114	25,4	7

Electricidad

50 / 60 Hz, 1 fase 48 Watts (promedio)
115 VAC ± 10% 1,8 Amperes Max.
230 VAC ± 10% 0,8 Amperes Max.

Condiciones de operación

Temperatura ambiente: 0° a 50°C (32°F a 122°F)
Humedad relativa: 30% a 90% sin condensado

Las bombas siempre deben estar protegidas de la exposición directa a la intemperie.

Peso de transporte (Aprox)
10,5 Kg (23 Lbs)

Unidades	A	B	C	D	E	F	H	J	L	W
Pulgadas	6,06	1,42	8,13	6,42	2,28	0,67	11,71	2,38	11,54	5,75
mm	154	36	206,5	163	58	17	17	60,5	293	146



180180-SPR Nov 2015

Certificaciones de Seguridad

Las bombas dosificadoras serie EHE* son probadas por WQA y certificadas con la norma NSF/ANSI 50 y 61.
* Consulte www.wqa.org para quimicos especificos y parámetros de certificación.



Las bombas dosificadoras serie EHE son probadas por Intertek para normas UL y CSA.



Walchem, Iwaki America Inc. Five Boynton Road Hopping Brook Park Holliston, MA 01746 USA Phone: 508-429-1110 www.walchem.com

Fuente: Walchem [44]

Anexo 8. Cotización de coagulante, control de olores y bomba de dosificación



Lima, 28 de Abril del 2019

Señores:

Centro de beneficio María de Fátima
Chiclayo. PERÚ

Atención:

Milagros Ayme Mestanza Altamirano

Referencia: Cotización

A continuación, cotizamos nuestros productos **PARA CLARIFICACIÓN DE EFLUENTES.**

PRODUCTO	PRESENTACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT. Soles/ Kg (*)	PRECIO TOTAL NO INCLUYE IGV (Soles)
LIPESA AC 007 (Sulfato de Aluminio Líquido)	Cilindros 200 Kg	200 Kg	8.38	1 676.00
LIPESA 1521 PWG (Floculante para Jugo)	Bolsas 25 Kg	25 Kg	18.43	460.75
LIPESA 522 (Secuestrante de H ₂ S y mercaptanos)	Galonera de 60 Kg	60 Kg	23.22	1 393.35
Bomba Emec	150 psig 10 GPH	2 unidad	1 658.75	3 317.50

(*) Precio NO incluyen IGV.

CONDICIONES DE PAGO: Contado

LUGAR DE ENTREGA: **Puesto en Planta**

TIEMPO DE ENTREGA: 2 días después de recibir la OC.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 Días.



Adicionalmente les informamos nuestra información comercial:

Razón social: **LIPESA DEL PERÚ SAC**

RUC. 20513920271

Dirección Fiscal: Calle Los Hornos 353, Urb. Infantas, Los Olivos, Lima.

Teléfonos: 01- 5523110/ 552-3255

Cuenta de depósito:

BBVA CONTINENTAL

Código de recaudo: 10848

Cuenta en Soles:

Cuenta Corriente: 0011-0179-01-00035639

CCI: 0011-179-0100035639-92

Dosis

La dosis óptima de **LIPESA AC007** se determina por pruebas de laboratorio y campo. Se debe tener presente el requerimiento de alcalinidad durante el proceso de coagulación, dependiendo del agente alcalino.

La dosis de **LIPESA 1521 PWG** varía de acuerdo al tipo de proceso y efluente tratado. Las dosis típicas son:

- Deshidratación mecánica: 10 – 150 g/m³
- Espesamiento y clarificación: 0,05 – 30 g/m³

La dosis de **LIPESA 522** varía de acuerdo a la concentración de H₂S y mercaptanos en el sistema. Para sistemas de gas se recomienda aplicar entre 0,02 y 0,04 gal por ppm de H₂S por millón de pie cubico. En el caso de remoción de H₂S en líquidos se aplica de 2 a 8 ppm por ppm de H₂S.

Recomendaciones:

LIPESA AC007: 200 – 400 ppm

LIPESA 1521 PWG: 5 – 20 ppm

A la orden para cualquier información adicional.

Ing. Walter M. Hoyos A.

Representante Técnico Comercial

Lipesa del Perú SAC

RPM #945170965 / 945170965

www.lipesa.com

www.chemtreat.com



Fuente: Lipesa

Anexo 9. Ficha técnica del coagulante

LIPESA AC007



COAGULANTE DE APLICACIÓN MULTIPLE

- Aprobado para ser aplicado en agua potable.
- Posee un fuerte poder de coagulación.
- Perfectamente compatible con tratamientos biológicos.
- Rápida velocidad de coagulación.
- Alto rendimiento en aguas con gran carga contaminante.
- Alto rendimiento en eliminación de sólidos en suspensión, DQO, DBO₅.
- Excelente relación costo-rendimiento.
- Requiere presencia de alcalinidad en agua cruda.

Usos principales

LIPESA AC007 ha sido especialmente formulado para ser usado en la coagulación de aguas potables, residuales municipales e industriales, permitiendo el remplazo total o parcial de otros coagulantes.

Descripción general

LIPESA AC007 es una solución líquida de sales de Aluminio, con las siguientes características:

Apariencia:	Líquido
Color:	Incoloro a ligeramente amarillo
Gravedad específica:	1,30 - 1,36 25 °C
Contenido de activo:	> 8%, como Al₂O₃
Solubilidad:	100% en agua

Dosis

La dosis óptima de **LIPESA AC007** se determina por pruebas de laboratorio y campo. Se debe tener presente el requerimiento de alcalinidad durante el proceso de coagulación, dependiendo del agente alcalino. Las dosis típicas son:

Clarificación de aguas potables:	3-500 ppm
Clarificación de aguas municipales:	10-2000 ppm
Tratamiento de lodos:	50-2000 ppm

En cualquier caso, el Representante Técnico LIPESA le asesorará en el establecimiento de la dosis óptima a su situación particular.

Modo de empleo y alimentación

LIPESA AC007 debe alimentarse de una manera continua en el proceso, cualquiera que sea su aplicación, en un punto de buena agitación y mezcla, a través de bombas dosificadoras de cabezal plástico, silicona, o cualquier material resistente al ácido. El producto es totalmente soluble en agua.

Despacho y almacenamiento

LIPESA AC007 se despacha generalmente en envases plásticos de 70 kg de peso neto aproximado. Debe almacenarse en un lugar fresco y ventilado y protegido de la luz, por un periodo máximo de doce (12) meses.

Fuente: LIPESA

Anexo 10. Información relevante de la hoja de seguridad del secuestrante de H₂S y mercaptanos

 <p>LIPESA Una empresa de la familia Chemteat</p>	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS	FDL013	F. APROB. FORM 29/11/11	REV. 10
		F. APROB. HDS 02/06/2008	F. REV.HDS. 26/01/2017	Nº REV. HDS 7
		GRE ASOCIADA: 154		PÁG. 1/5

PRODUCTO: LIPESA 522

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO: LIPESA 522
CÓDIGO DEL PRODUCTO: L-522
USO: SECUESTRANTE DE H₂S Y MERCAPTANOS
No debe ser empleado en aplicaciones diferentes al uso especificado

2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

SUSTANCIA O MEZCLA: SUSTANCIA

Nombre Químico / sinónimo	Nº CAS/EINECS	Concentración (%)
2-aminoetanol	141-43-5	< 5,0
Derivado imínico	ND	> 70

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

PELIGRO.
ESTÁNDAR DE COMUNICACIÓN DE PELIGROS OSHA
 Se considera un producto peligroso según el estándar de comunicación de peligros OSHA, 29 CFR 1910.1200.
 Toxicidad aguda, oral – Categoría 4
 Toxicidad aguda, inhalación – Categoría 4
 Corrosión cutánea – Categoría 1B
 Daño ocular severo – Categoría 1
 Toxicidad específica, órganos objetivo, exposición única – Categoría 3

PELIGROS A LA SALUD:
 Irritante. Puede ser nocivo en caso de ingestión

PELIGROS AMBIENTALES:
 Evitar el vertido al alcantarillado o aguas naturales

MEDIDAS DE SEGURIDAD:
 Usar los equipos de protección personal recomendados en la sección 8.

PELIGROS ESPECÍFICOS:
 CONTACTO CON LOS OJOS: Provoca lesiones oculares graves.
 CONTACTO CON LA PIEL: Puede provocar quemaduras en la piel.
 INHALACIÓN: Por inhalación prolongada puede provocar irritación al sistema respiratorio, dolor de cabeza, náuseas

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO:
 Utilizar guantes de protección, neopreno, nitrilo, PVC. Observar que no existan cortes, ni perforaciones en los guantes, de ser así desecharlos Lávese completamente después del manejo


ALMACENAMIENTO:
 Almacene en áreas ventiladas y frescas. Manténgase el recipiente herméticamente cerrado. No almacenar por períodos mayores a doce meses. No fumar en sitios de almacenamiento. Almacenar lejos de ácidos, agentes oxidantes y reductores.

CONTROLES DE INGENIERÍA PARA REDUCIR EXPOSICIÓN:
 Disponga de sistemas de ventilación de escape general o local.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:


PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Respirador contra vapores orgánicos. Elija equipo aprobado por NIOSH
 PROTECCIÓN DE LOS OJOS: Protección ocular industrial certificada. Se considera usar lentes de seguridad con protección lateral
 PROTECCIÓN DE LAS MANOS,
 PIEL Y CUERPO: Guantes (neopreno, nitrilo, pvc), ropa con mangas largas (camisas, pantalones, batas), botas de seguridad.

RESPECTAR LAS SEÑALES DE SEGURIDAD, SOBRE EL USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL



MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL:
 No almacenar, usar, y/ o consumir alimentos durante el trabajo o manejo de este producto
 Retirar los equipos de protección y lavarlos cuidadosamente
 Lavar las manos y cara cuidadosamente antes de realizar cualquier otra actividad
 Respetar y cumplir las mejores prácticas de seguridad e higiene personal

16. OTRA INFORMACIÓN

CLASIFICACIÓN NFPA 704:	ROMBO NFPA:	ESCALA DE RIESGOS:
SALUD: 2		0 = MÍNIMO
INFLAMABILIDAD: 0		1 = LIGERAMENTE PELIGROSO
INESTABILIDAD: 0		2 = MODERADAMENTE PELIGROSO
PELIGRO ESPECÍFICO: -		3 = SERIAMENTE PELIGROSO
		4 = SEVERAMENTE PELIGROSO

Fuente: LIPESA

Anexo 11. Información relevante de la hoja de seguridad del Sulfato de aluminio

 HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS <small>Una empresa de la familia Chemtreat</small>	FDL013	F. APROB. FORM	REV.
		29/11/11	10
	F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	N° REV. HDS
	12/06/07	19/08/16	1
GRE ASOCIADA: 154		PÁG. 1/5	

PRODUCTO: LIPESA AC007 (L-AC007)

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO: LIPESA AC007
CODIGO DEL PRODUCTO: L-AC007
USO: COAGULANTE DE APLICACIÓN MULTIPLE
No debe ser empelado en aplicaciones diferentes al uso especificado

2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES
SUSTANCIA O MEZCLA: SUSTANCIA

Nombre Químico / sinónimo	Nº CAS/EINECS	Concentración (%)
Sales de aluminio	1327-41-9	< 50

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

PELIGROS A LA SALUD:
 Puede causar Irritación de los ojos y piel por contacto prolongado.

PELIGROS AMBIENTALES:
 Evitar la dispersión del material derramado a los desagües, alcantarillas y/o cuerpos de agua superficiales.

MEDIDAS DE SEGURIDAD:
 Usar los equipos de protección personal recomendados en la sección 8.

PELIGROS ESPECÍFICOS:

CONTACTO CON LOS OJOS: Ardor, irritación y enrojecimiento.
CONTACTO CON LA PIEL: Por contacto prolongado puede causar ligera irritación y enrojecimiento.
INHALACIÓN: No se conocen efectos por exposición.
INGESTIÓN: Puede causar irritación en la boca, garganta y vías digestivas. Salivación abundante.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN: Se recomienda retirar al individuo de la zona de exposición y trasladar a un lugar ventilado.
CONTACTO CON LA PIEL: Deshacerse de la ropa contaminada. Lavar con abundante agua y jabón, continúe enjuagando con abundante agua si es necesario. En caso de irritación persistente consulte a un médico.
CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar con abundante agua por lo menos durante 20 minutos, levantar los párpados para lograr una limpieza profunda. En caso de irritación persistente consulte a un médico.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO:
 Utilizar guantes de protección, goma/ neopreno. Lávese completamente después del manejo.

ALMACENAMIENTO:
 Almacene en áreas ventiladas y frescas. Manténgase el recipiente bien cerrado, alejado del calor y fuentes de ignición. No usar o almacenar envases o contenedores metálicos. Almacenar por periodos no mayores a 12 meses. No fumar en sitios de almacenamiento.

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

ESTANDARES DE CONTROL (LÍMITES):

Nombre Químico Ingrediente de Riesgo	Limite Máximo permitido (TLV)
Sales de Aluminio	TWA 2 mg/m ³ como Al

CONTROLES DE INGENIERÍA PARA REDUCIR EXPOSICIÓN:
 Disponga de sistemas de ventilación de escape general o local.

RESPECTAR LAS SEÑALES DE SEGURIDAD, SOBRE EL USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL



MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL:
 No almacenar, usar, y/ o consumir alimentos durante el trabajo o manejo de este producto.
 Retirar los equipos de protección y lavarlos cuidadosamente.
 Lavar las manos y cara cuidadosamente antes de realizar cualquier otra actividad.
 Respetar y cumplir las mejores prácticas de seguridad e higiene personal.

16. OTRA INFORMACIÓN

CLASIFICACIÓN NFPA 704:	ETIQUETA NFPA:	RIESGOS A LA SALUD:
SALUD: 1		0 = MÍNIMO
INFLAMABILIDAD: 0		1 = LIGERAMENTE PELIGROSO
INESTABILIDAD: 0		2 = MODERADAMENTE PELIGROSO
PELIGROS ESPECÍFICOS: -		3 = SERIAMENTE PELIGROSO
		4 = SEVERAMENTE PELIGROSO

Fuente: LIPESA

Anexo 12. Cotización de bomba centrífuga



BOMBA PEDROLLO CPM600 0.5HP.

Bomba Pedrollo Cpm600 0.5hp.

Ver precio y stock por Tienda:

Chiclayo ▼

S/ 385.00

sku: 199710

Precios y stock actualizados el 21/05/2019 7:15am

Precios referenciales y sujetos a variaciones.

Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.

Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

Fuente: Maestro [41]

Anexo 13. Cotización del sistema DAF del proveedor seleccionado



山东贝特尔环保科技有限公司

SHANDONG BETTER ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD

GUANHAI ROAD #1137, ZHUCHENG CITY, SHANDONG, CHINA

NO.: BT20190503

MOBIL: +86 17616703279 (what's app/wechat)

SKYPE: +86 17616703279

DATE: 20190503

EMAIL: betterwater007@better-ept.com

QQ: 1445730781

WEB: www.sdbetter.net

CLIENT: NA

CONTACT: Milagros Mestanza

MOBILE: NA

E-MAIL: ayme091096@gmail.com

QUOTATION LIST

Name	Model	Capacity	Material	Unit Price
Dissolved air floatation machine	YW-3	2-3m3/hour	Carbon steel	FOB QINGDAO USD7,500.00
Dissolved air floatation machine	YW-3	2-3m3/hour	Stainless steel	FOB QINGDAO USD13,500.00
Freight	To Paita port USD 1,900			
Total price	Carbon steel: CIF to Paita port USD9,400		Stainless steel: CIF to Paita port USD15,400	
DAF Dimension (L*W*H): 3500*2850*2200mm				

Period of validity of this quotation list: 30 days.

1.TERM OF PAYMENT: BY T/T

- a) The 30% deposit by T/T within 3 days once both parties signed the Sales Contract.
- b) The 70% balance by T/T should be paid before shipment.

2.DATE OF DELIVERY:20 days from the time we received the down payment.

3.WARRANTY: ONE year from the time the machine is fully installed.

Fuente: Shandong Better Environmental Protection Technology Co., Ltd [27]

Anexo 14. Costo de equipos de protección personal



Maxtrak
Pantalón/Camisa Gabardina Talla M

SKU:185158-6

Precio normal:

S/ 83.90 C/U



3M
Antiparra para Químicos

SKU:159516-4

Precio normal:

S/ 37.90 C/U

Fuente: SODIMAC



Botas de Seguridad de PVC
Negra

SKU 37926-3

Precio normal:

S/ 21.90 C/U



Respirador para Vapores
Orgánicos y Cartuchos d...

SKU 249811-1

Precio normal:

S/ 220.90 C/U



Guante Industrial Neopreno
T/9

SKU 236950-8

Precio normal:

S/ 21.90 C/U



Agregar al Carro

Ideal para limpieza, mantenimient
o industrial, manipulación carga y
descarga de químicos.

Neopreno, látex y flocado de algod
ón.

Anexo 15. Ficha técnica del Control de olores

LIPESA 522



SECUESTRANTE DE H₂S Y MERCAPTANOS

- Producto de muy alta concentración.
- Elimina el H₂S y mercaptanos en las corrientes de derivados petroleros, sistemas de gas, productos de refinería (asfalto, nafta, bunker fuel oil, marine fuel oil, heavy fuel oil, coker gas oil, vis-breaker, etc.), aguas residuales y aguas contaminadas con estos compuestos.
- Remoción selectiva del H₂S y mercaptanos, incluso en ambientes fríos. No reacciona con el CO₂.
- Evita los peligros de toxicidad por presencia de H₂S, removiéndolo químicamente.
- Puede inyectarse directamente en líneas de flujo y equipos en superficie, para protegerlos del ataque corrosivo por H₂S y mercaptanos.
- No genera residuos sólidos indeseables como productos de reacción con el H₂S.
- No crea problemas de emulsiones ni de espuma.
- Producto no tóxico de nueva generación.
- Puede ser diluido con metanol u otro producto orgánico.

Usos principales

LIPESA 522 está especialmente formulado para eliminar en forma selectiva el H₂S y sulfuros orgánicos (HSR, COS, CS₂S), presentes en sistemas de gas natural, productos derivados de la refinación del petróleo, así como en sistemas de aguas agrias, aguas de pits de refinerías y efluentes industriales y domésticos.

Descripción general

LIPESA 522 es un removedor de H₂S y mercaptanos constituido por aminas, que no contiene aldehídos (cancerígenos), con las siguientes características:

Apariencia:	Líquido
Color:	Incoloro a ámbar
Gravedad específica a 25 °C:	1,09 – 1,15
pH al 100%:	9,20 – 10,20 a 25 °C
Contenido componente activo:	> 220, expresado como TAV
Solubilidad:	100% en agua

Dosis

La dosis de **LIPESA 522** varía de acuerdo a la concentración de H₂S y mercaptanos en el sistema. Para sistemas de gas se recomienda aplicar entre 0,02 y 0,04 gal por ppm de H₂S por millón de pie cúbico. En el caso de remoción de H₂S en líquidos se aplica de 2 a 8 ppm por ppm de H₂S.

Modo de empleo y alimentación

LIPESA 522 puede inyectarse directamente en las líneas de flujo, cabezal de pozos, sistema de torres de absorción y tanques de almacenaje. Se recomienda usar un atomizador en la inyección en línea para un mejor contacto de fases.

Despacho y almacenamiento

LIPESA 522 se despacha generalmente en envases plásticos de 1100 y 220 kg de peso neto aproximado. Debe almacenarse en sus envases originales, bien cerrados, por un período máximo de doce (12) meses.

Fuente: LIPESA