

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



**Estrategias de producción más limpia en la empresa Geomar Products
J&M SAC para disminuir los impactos ambientales**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Cielo Marilyn Chiroque Carcamo

ASESOR

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2024

**Estrategias de producción más limpia en la empresa Geomar
Products J&M SAC para disminuir los impactos ambientales**

PRESENTADA POR

Cielo Marilyn Chiroque Carcamo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Diana Peche Cieza

SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

VOCAL

Dedicatoria

A Dios que me ayudó a seguir adelante y no rendirme pese a los diversos obstáculos que se presentaron en el camino.

A mi familia quienes son mi mayor soporte y con su esfuerzo me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mis abuelos quienes recuerdo con mucho amor y son mi motivación.

Agradecimientos

A mis padres por la motivación brindada durante el desarrollo de esta investigación y su constante apoyo incondicional.

A mis docentes por los conocimientos impartidos durante estos 5 años y en especial a mi asesor el ingeniero Maximiliano Arroyo Ulloa por el apoyo y paciencia durante el desarrollo de la investigación

TESIS CIELO CHIROQUE articulo 30 pag.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	7%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	revistas.utp.ac.pa Fuente de Internet	<1%
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1%
11	vdocumento.com Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos	14
Resultados y discusión	16
Conclusiones	37
Recomendaciones	38
Referencias	39
Anexos	48

Resumen

La presente investigación fue realizada en la empresa “Geomar Products J&M SAC” ubicada en el distrito de Coishco, Ancash; para disminuir los impactos ambientales generados por el proceso de congelado de pota. La metodología empleada consistió en diagnosticar el proceso de la empresa centrado en sus impactos ambientales para ello se emplearon herramientas como el diagrama de bloques, la matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales, la matriz de Leopold, el balance de masa, la cuantificación de residuos y efluentes con sus respectivos costos. De ese análisis se determinó que los residuos de pota y los efluentes son los aspectos más contaminantes posicionándose antes los otros aspectos ambientales negativos con un 23,53%. Asimismo, se calculó que se generan 36 835,38 litros de efluentes /día y 8 337,04 kg/día de residuos orgánicos de pota, los cuales sobrepasan en 1525,33% y 589,45% los parámetros establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) de DBO y DQO respectivamente.

La evaluación de estrategias de producción más limpia determinó que las estrategias a implementar fueron las capacitaciones sobre temas ambientales, la implementación de hidrolavadoras, la reutilización de agua del primer lavado en la etapa de fileteo/corte/eviscerado mediante la aplicación de tecnologías químicas y la producción de ensilado dichas estrategias permitieron reducir un 42% de los efluentes, 78,12% de los residuos de pota y un 50% del impacto ambiental.

En cuanto a la viabilidad económica del proyecto se determinó que es viable pues existe una Tasa Interna de Retorno (88,6%) mayor a la del TMAR (25%).

Palabras clave: Impacto ambiental, producción más limpia, residuos de pota, aguas residuales.

Abstract

This research was carried out in the company “Geomar Products J&M SAC” located in the district of Coishco, Ancash; to reduce the environmental impacts generated by the squid freezing process. The methodology used consisted of diagnosing the company's process focused on its environmental impacts. For this, tools such as the block diagram, the matrix for identifying environmental aspects and impacts, the Leopold matrix, the mass balance, the quantification of waste and effluents with their respective costs. From this analysis it was determined that squid waste and effluents are the most polluting aspects, ranking first the other negative environmental aspects with 23,53%. Likewise, it was calculated that 36 835,38 liters of effluents/day and 8 337,04 kg/day of organic squid waste are generated, which exceed the parameters established by the National Standards by 1525,33% and 58,45%. of Environmental Quality for Water (ECA) of BOD and COD respectively.

The evaluation of cleaner production strategies determined that the strategies to be implemented were training on environmental issues, the implementation of pressure washers, the reuse of water from the first wash in the filleting/cutting/gutting stage through the application of chemical technologies and the silage production, these strategies allowed us to reduce 42% of effluents, 78,12% of squid waste and 50% of the environmental impact.

Regarding the economic viability of the project, it was determined that it is viable because there is an Internal Rate of Return (88,6%) greater than that of the TMAR (25%).

Keywords: Environmental impact, cleaner production, squid residues, wastewater.

Introducción

La preservación del medio ambiente es una gran preocupación de la sociedad, los daños que el hombre ha causado afectan su salud y bienestar, cabe destacar que la gran mayoría de contaminantes que se aportan al planeta son consecuencia de una inadecuada planeación de procesos de tipo industrial, agrícola, entre otros [1]. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [2] manifiesta que la industria pesquera es una de las más contaminantes pues genera aproximadamente 29 millones de toneladas de desechos a nivel mundial [3] y más del 80% de aguas residuales son vertidas sin un previo tratamiento [4]. En el Perú la industria pesquera es considerada como un dinamizador de la economía pues genera utilidades, empleo y promueve el desarrollo del país. Gran parte de las divisas que genera esta actividad se debe a la exportación de productos del sector pesca no tradicional en donde se posiciona la pota con un 52% participación (265 000 toneladas de pota congelada en promedio son exportados en el año 2019) [5]. Estudios realizados por la FAO proyectan que la demanda de este recurso tendrá un incremento del 80% en los años 2023 y 2024, se puede decir que esta responsabilidad recae sobre Perú ya que nuestro país es considerado según el Comité para el Manejo Sustentable del Calamar Gigante del Pacífico Sur (CALAMASUR) como el segundo exportador mundial de este recurso hidrobiológico concentrando un 14% de los envíos a nivel mundial. Este panorama es muy alentador, sin embargo, dicho crecimiento trae consigo una alta contaminación [6] incumpliendo de esta manera la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) y su reglamento, que establece estándares de emisión y gestión de residuos para industrias, incluyendo la pesquera.

Teniendo como base lo antes mencionado, la empresa “Geomar Products J&M SAC” con RUC 20526680341, ubicada principalmente en el departamento de Piura y con sedes en Chiclayo, Chimbote y Chincha, se dedica al procesamiento de pota obteniendo como producto final partes de pota congelada (filete, aletas, tentáculos, tubo, reproductor, conos y nucas) de acuerdo a los diferentes requerimientos del cliente (pesos y cortes) con el fin de ser exportados. Según los reportes de la materia prima ingresada desde el 01 de marzo al 31 de agosto del 2021, se reciben un promedio de 526,39 t mensualmente los cuales generan 187,55 t de residuos de pota, el 40% de estos residuos son vendidos a S/.65 los 500 kg, según indicó el ingeniero Jimmy Salinas Rodríguez (Gerente general de la empresa), mientras que, el otro 60% no tiene un aprovechamiento. Además, se calcularon aproximadamente 44 235,38 l de efluentes del proceso/día. Para evaluar el impacto ambiental que genera la empresa se utilizó la matriz de Leopold y los valores de impacto por subcomponente fueron -83 (calidad del aire y ruido), -171 (agua), -108 (suelo), -104 (ecosistema terrestre), -130 (ecosistema marino), -96 (salud), -

66 (territorio y recursos naturales). Dichos resultados indican que el proceso de congelado de pota en la empresa estudiada genera un impacto ambiental negativo. Una posible solución con respecto a lo descrito anteriormente es implementar estrategias de producción más limpia (PML) ya que estas se comprometen con el logro de la eficiencia de los recursos de tal manera que se minimicen los desechos y todos los riesgos que estos traigan consigo [7].

Con respecto a la problemática planteada nos formulamos la pregunta ¿En qué medida las estrategias de producción más limpia reducen los impactos ambientales negativos generados en la empresa “Geomar Products J&M SAC”?

El objetivo general de la investigación es proponer estrategias de producción más limpia en la empresa “Geomar SAC” para disminuir los impactos ambientales, teniendo como objetivos específicos diagnosticar el proceso de congelado de pota en la empresa “Geomar SAC” centrado en sus impactos ambientales, evaluar las estrategias de producción más limpia, elaborar una propuesta de estrategias de producción más limpia y finalmente realizar un análisis económico-ambiental de las estrategias planteadas. El desarrollo de esta investigación va a permitir reducir los impactos ambientales negativos que perjudican los recursos naturales. Asimismo, es de vital importancia para la sociedad reducir el impacto ambiental negativo ocasionado por las industrias pues si las tasas de contaminación anuales van en aumento, se reduce la esperanza de vida, dificulta el desarrollo económico y contribuye a la miseria y desigualdad [8].

Desde la perspectiva económica se puede emplear el ahorro y uso eficiente del agua, energía, de manera que la empresa no genere pérdidas económicas en el pago de este servicio, asimismo, el 60% de residuos de pota que no tienen beneficio podrían ser aprovechados para la generación de ensilado y su posterior venta. Por último, es indispensable la implementación de estrategias de PML en la empresa ya que de esta manera se pueden evitar las multas impuestas por el incumplimiento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) del Ministerio del Ambiente. Las multas tienen un rango de pago desde 3 UIT hasta las 25 000 UIT, dichas cantidades están sujetas al porcentaje de excedencia del ECA y también se rigen bajo el grado de riesgo ambiental que producen [9].

Revisión de literatura

- ❖ In 2022, W.A. Varela, G. Cardoso de Oliveira Neto, T. Botelho de Sousa [10] in his research article called “Adoption of cleaner production in a pupunha palm heart factory: a systematic literature review and a case study” had as an objective to evaluate the environmental and economic benefits of the implementation of PML in the company,

alternatives were implemented such as: adoption of gondolas and production of natural fertilizers from the bark of the heart of palm. As a result, it was obtained that of the 15 t processed by the factory, 48.9% of waste is generated. The kg of processed waste receives an annual gross return of \$44,920.80. Finally, they concluded that the implementation of PML reduced the negative environmental impact and increased the economic income of the company.

- ❖ J. A. Vargas Poma [11] en su tesis para optar el grado de magíster titulada “Evaluar la utilización de residuos hidrobiológicos generados en el procesamiento de la pota (*Dosidicus gigas*) y perico (*Coryphaena hippurrus*) por la empresa COIPSAC-Tacna, año 2018” se planteó como objetivo evaluar la utilización de residuos hidrobiológicos de la pota y el perico. Los resultados indican que el 91% de residuos de pota pueden ser aprovechados en la elaboración de hamburguesas de pota y hot dog a base de retazos de pota y el 9% para la producción de ensilado biológico. De su investigación se concluye que las opciones de aprovechamiento de los residuos para consumo humano directo e indirecto son factibles.
- ❖ E.V. Cárdenas Giler, J.M. Maldonado Erazo, R.A. Valdez Silva, LV. Sarduy-Pereira, K. Diéguez-Santana en su artículo de investigación “La producción más limpia en el sector porcino” se plantearon como objetivo principal realizar un análisis del comportamiento ambiental y los beneficios de aplicar estrategias de producción más limpia (PML). Diagnosticaron que el mayor problema era el manejo de estiércol y efluentes, su estrategia fue implementar un sistema de lombricompostaje, obtuvieron un VAN de \$5 696,94 en 5 años y el TIR de 76,22%. Finalmente concluyeron que la aplicación de sistemas de PML reducen los contaminantes líquidos y sólidos, asimismo, ayudan a mejorar la eficiencia de las materias primas.
- ❖ J.L. Monterroso Céspedes, en su investigación [12] “Estudio de los efluentes del procesamiento de pota en Piura y su potencial uso como fertilizante” tuvo como objetivo evaluar la manera en la que se pueden aprovechar los efluentes de harina y congelado de pota para reducir la contaminación. Como resultados obtuvo que los efluentes del congelado de pota tienen 8 500 mg/l y 9 609 mg/l de DBO y DBQ respectivamente, excediendo de esa manera los LMP. Los efluentes fueron utilizados en la producción de biogás y biol y según estudios pueden desempeñar el papel de fertilizantes orgánicos.
- ❖ J. D. Quishpe López, J.P. Lliguicota-Guarquilla, L. B. Sarduy Pereira y K. Diéguez-Santana [13] en su artículo de investigación denominado “La producción más limpia, como estrategia de valorización (ecoeficiencia) del centro de faenamiento, Puyo, Pastaza, Ecuador” tuvieron como objetivo fue implementar estrategias de producción más limpia

como método de ecoeficiencia. Como resultados obtuvieron que los principales problemas ambientales son la generación de desechos orgánicos y los efluentes, para mitigar dichos problemas plantearon y evaluaron la producción de biol y biogás en conjunto y harina de sangre. El análisis económico reflejó una relación costo-beneficio de 1,34. De este artículo concluyeron que las estrategias de PML contribuyen a la disminución de residuos y efluentes y su aprovechamiento.

- ❖ C.S. Molina Cedeño, B.M. Pillco Herrera, E.F. Salazar Muñoz, B.D. Coronel Espinoza, L.B. Sarduy Pereira y K. Diéguez Santana [14] en su estudio “Producción más limpia como estrategia ambiental preventiva en el proceso de elaboración de pasta de cacao. Un caso en la Amazonia Ecuatoriana” decidieron resolver el problema acerca de la contaminación que genera el proceso de elaboración de pasta de cacao. Las opciones de PML fueron la elaboración de un herbicida natural a partir del mucílago de cacao y elaboración de té de cascarilla en combinación con guayusa. El beneficio/costo fue de 1,20 y sus ingresos (\$2 904,5) son mayores a sus gastos (\$1 433,19), es decir, existe factibilidad, por otro lado, el análisis ambiental demuestra cambios en los indicadores ambientales en beneficio con el mismo. Finalmente llegan a la conclusión de que la implementación de buenas prácticas y estrategias de PML optimizan el uso de materias primas y minimizan los residuos sólidos y efluentes residuales
- ❖ E.F. Monroy Ávila, C.A. Peña Monroy y G.P. Garzón Cortés [15] en su artículo denominado “Estrategias de producción más limpia –PML: caso aplicado a la industria de curtiembre”. Tuvieron como proponer estrategias de PML a nivel de microempresas del sector. Las propuestas fueron: instalar medidores de agua, reemplazar las mangueras existentes por tuberías conectadas directamente al componente del sistema, realizar el lavado con agua a alta presión, entre otros. Como resultados obtuvieron que mediante las alternativas de PML se redujo un 52%, 75% y 73% del consumo de agua, generación de residuos sólidos e insumos químicos requeridos respectivamente. Finalmente concluyeron que las alternativas de producción más limpia permiten tener sistemas de producción más desarrollados y productivos en beneficio del medio ambiente.
- ❖ En el 2016, Quevedo [16] en su investigación titulada: “Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la empresa pesquera PELAYO SAC de harina y aceite de pescado de puerto SUPE” tuvo como problema el incumplimiento de normativas ambientales debido al elevado contenido de contaminantes en los efluentes generados. Para ello aplicó tecnología de coagulación y floculación. Como resultado obtuvo que la depuración de Aceites y grasas disminuyó en un

97% mientras que los SST en un 91,7%. Concluyó que la implementación de nuevas tecnologías permite minimizar las cantidades de aceites y grasas y SST, cumpliendo de esta manera con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

- ❖ J.H. Carrasco Casariego [17] en su investigación “Efecto del ensilado biológico de residuos de *Dosidicus Gigas* sobre el crecimiento y factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus Vannamei*” se planteó como objetivo aprovechar los residuos de pota y hallar un producto sustituto para la harina de pescado. Como resultados se obtuvo que el ensilado con 15% de residuos de pota puede reemplazar a la harina de pescado, asimismo, se puede decir que es una fuente de proteína.
- ❖ F.W. Delgado Cabrera [18] en su investigación “Diseño y propuesta de una planta piloto de tratamiento de residuos sólidos orgánicos generados por las empresas pesqueras de la zona industrial de Tacna” tuvo como objetivo reutilizar la gran cantidad de residuos sólidos generados en el procesamiento de pota. Para ello propuso la producción de hamburguesa, hot dog y croquetas en base a residuos de pota. Como resultados obtuvo que se pueden disminuir los residuos de pota en un 24,5%.

2. Bases teóricas

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente generada por la acción de la naturaleza o de sus habitantes [19]. El impacto ambiental de la industria pesquera se da en el aire (Están ubicadas todas las operaciones involucradas en el proceso que generen un cambio en la atmósfera), agua (En la actividad pesquera es indispensable el uso de agua pues sirve para el procesamiento y limpieza, esto conlleva a una contaminación del ecosistema acuático ya que generalmente dichos efluentes son vertidos al mar) y suelo (La calidad del suelo se ve afligida por los desechos sólidos, líquidos o semilíquidos generados en la planta industrial) [20].

Uno de los desechos que genera la industria pesquera son los residuos de pescado, estos son, las cabezas, pieles, escamas y vísceras, las cuales tienen poco costo en el mercado. Esta clase de desperdicios representan más del 50% del peso del pescado [21]. También se encuentran las aguas residuales y estas se definen como cualquier tipo de agua sin calidad, ya que se vio alterada de manera negativa por influencia del hombre [22]. El congelado de pota genera diversos tipos de efluentes, los cuales se mencionan a continuación:

a) Agua de desembarque Este efluente contiene restos de vísceras de pota, sus partes externas, materia extraña, etc.

b) Agua generada en los lavados Estas aguas están constituidos por materia extraña, agua, restos de pota, partículas extrañas, cloro, etc.

c) Efluentes generados durante el fileteo /corte /eviscerado En esta etapa la pota entera se filetea retirando la primera piel y la grasa con ayuda de un cuchillo. En esta operación mientras se realiza el corte los 6 fileteros lavan sus cuchillos en unas jabas para pescado, estos efluentes están conformados por restos de filete, vísceras, pico, uña y ventosas, cartílago, etc

d) Efluente del lavado refrigerado El efluente perteneciente al lavado refrigerado contiene agua, algunos aditivos (químicos), partículas extrañas, etc.

Por otro lado, la ecoeficiencia ecológica garantiza el aprovechamiento de los recursos naturales al mínimo valor ambiental posible. La finalidad es promover un uso más adecuado, civilizado y eficiente de los recursos naturales [23].

Otro concepto importante para el desarrollo de la investigación es La Producción Más Limpia (PML) y se define como la implementación constante de un método ambiental de prevención incorporada a los productos, procesos y servicios con el objetivo de aumentar la eco-eficiencia y minimizar los peligros para los hombres y el ecosistema [7]. Los elementos de un proyecto de producción más limpia son:

❖ **Colecta de datos - flujo de masa, flujo de energía, costos y seguridad**

En este paso se realiza la explicación de la actual situación. [7].

❖ **Reflexión: dónde y por qué generamos desechos**

Después del primer paso, los datos pasan a ser analizados y reflejados bajo los parámetros de producción más limpia [7].

❖ **Creación de alternativas**

A raíz del análisis hecho previamente surgen las alternativas de producción más limpia con el fin de reducir el impacto ambiental [7].

❖ **Análisis de viabilidad**

A las alternativas seleccionadas se les realiza un estudio de viabilidad económica, técnica y ecológica [7].

❖ **Implementación**

Después del estudio de viabilidad se ponen en marcha las alternativas de PML factibles [7].

❖ **Control y continuación**

Consiste en establecer el mejoramiento continuo de dichas estrategias implementadas, además se requiere realizar un control ambiental y establecer nuevos objetivos [7].

Finalmente, para determinar la viabilidad del proyecto se tienen los indicadores de rentabilidad, lo cuales permiten calcular costos y gastos que se pueden tener sin que la viabilidad del proyecto se vea afectada [24]. Los más importantes son:

Valor Actual Neto (VAN). - Se calculan los flujos de los futuros ingresos y egresos y se descuenta la inversión inicial si después de esto quedan utilidades, se puede decir que el proyecto es viable [25].

Tasa Interna de Retorno (TIR).- Se define como el tanto por ciento de ganancia o pérdida que generará una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la tesis se empleó el manual de producción más limpia de la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial [7], el cual describe los procesos de la metodología y las herramientas necesarias para implementar una producción más limpia.

O1: Diagnosticar el proceso de congelado de pota en la empresa “Geomar SAC” centrado en sus impactos ambientales

Para la identificación de entradas y salidas del proceso se efectuó un recorrido guiado por el gerente general y posteriormente se realizó un diagrama de bloques del proceso productivo de congelado de pota, luego, por medio de la observación y análisis del proceso se identificaron los aspectos e impactos ambientales que genera el proceso de congelado de pota en base a los criterios de la guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales del Ministerio del Ambiente [26]. Para la cuantificación de residuos sólidos y aguas residuales de la empresa se observó el proceso productivo del congelado de pota y se realizó un balance de materia, agua y energía [27], haciendo uso de la siguiente fórmula: $\sum F. Entradas = \sum F. Salidas$, la caracterización de los residuos de pota y las características físico químicas, los sólidos suspendidos totales, aceites y grasas de las aguas residuales se realizó una búsqueda en fuentes bibliográficas. La determinación del impacto ambiental de la empresa “Geomar Products J&M SAC” se aplicó la matriz de Leopold [28]. En cada celda de la matriz se trazó una diagonal y se colocaron dos números en un rango de -1 (Baja) a -10 (Muy alta y alta) y de 1 (Temporal y puntual) a 10 (Permanente y regional) para la magnitud e impacto respectivamente, para determinar dichos valores se hizo uso de las tablas de calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental. Luego, se utilizó la información obtenida sobre los litros de agua y efluentes generados durante un día de producción y se multiplicó por los 21 días hábiles considerados. Posteriormente, se multiplicaron los m^3 de agua y efluentes generados mensualmente por los precios de agua (S/.4,88/ m^3) y alcantarillado (S/.2,01/ m^3) y se obtuvo el costo total de los servicios.

O2: Evaluar las estrategias de producción más limpia.

Con el fin de identificar las oportunidades de PML se elaboró una lista de las alternativas encontradas mediante búsqueda bibliográfica y posteriormente se colocaron en una matriz con

el fin de evaluar el beneficio técnico, ambiental y financiero de cada una de ellas, además, se les asignó un código de identificación. En cuanto a la determinación del peso de los criterios de importancia se empleó el método de la ponderación de factores, los criterios de importancia que brindó el gerente general de la empresa, fueron: Costo bajo de implementación, generar ingresos, facilidad de implementación, no es perjudicial para la calidad del producto, reducción de la responsabilidad y costos de seguros. La selección de estrategias de PML se realizó mediante el método de suma ponderada, en el cual se clasificaron y priorizaron las de mayor beneficio para la empresa, la ponderación varía en una escala de 0 (Mínima importancia) a 10 (Máxima importancia). Luego, se multiplicó el peso de cada criterio por el puntaje de cada alternativa y se realizó la suma total de cada una. Las alternativas que obtuvieron mayor puntaje fueron las escogidas.

O3: Elaborar una propuesta de estrategias de producción más limpia

Para realizar la propuesta se buscaron empresas consultoras que realicen capacitaciones sobre producción más limpia asimismo para determinar el tipo de hidrolavadora a implementar se precisó el voltaje, caudal ($Q = \frac{V}{t}$) y potencia ($P = \gamma * Q * \Delta H * \eta$) que debe tener. Además, para la propuesta de reutilizar el agua del primer lavado se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de los reactivos químicos coagulantes y floculantes que se pueden utilizar, posteriormente se calculó el volumen a dosificar a través de la fórmula: $\frac{Dosis\ óptima * volumen}{1\ 000\ 000}$, finalmente para la producción de ensilado se determinaron las etapas del proceso a través de una búsqueda bibliográfica y se contabilizó la cantidad de residuos de pescado que entran y salen de cada operación mediante un balance de materia, además se calculó el tiempo ciclo de las operaciones mediante la fórmula: $tc = \frac{Tiempo\ base}{Producción}$ y para el número de operarios se empleó la fórmula: $\frac{Tiempo\ de\ procesamiento * Cantidad\ a\ procesar}{Tiempo\ disponible}$. Para el cálculo de áreas físicas se empleó el método de Guerchet. La superficie total se calculó mediante la suma de tres superficies parciales: $S. total = N^{\circ}\ de\ elementos\ móviles\ o\ estáticos\ de\ un\ tipo * (S. estática + S. de\ gravitación + S. de\ evolución)$. En el anexo 6 se describen cada una de las fórmulas a utilizar. Para determinar el diseño de planta para la producción de ensilado se hizo uso de la Metodología de Planificación sistemática del diseño (SLP). En primer lugar, se construyó una matriz diagonal con todas las operaciones del proceso, luego cada cuadro de la matriz fue llenado con el código correspondiente, después se construyó un diagrama de hilos el cual finalmente se esquematizó en un plano básico [29]. En el anexo 4 se muestran los valores de

proximidad para la matriz y el diagrama de hilos y en el anexo 7 las razones para los valores de proximidad.

O4: Análisis económico-ambiental

Se elaboró un flujo de caja teniendo en cuenta el costo de maquinaria, insumos, mano de obra directa e indirecta, entre otros provenientes de la implementación de estrategias de PML. La rentabilidad económica y financiera de la inversión fue demostrada a través de los indicadores: VAN (Valor actual neto), TIR (Tasa interna de retorno) y la relación Costo- Beneficio [30]. El análisis ambiental del proceso con las estrategias de producción más limpia se realizó mediante la matriz de Leopold.

Resultados y discusión

Diagnóstico de la situación actual del proceso de congelado de pota en la empresa “Geomar Products J&M SAC” centrado en sus impactos ambientales.

Diagrama de bloques. Se realizó el diagrama de bloques de la planta procesadora de congelado de pota considerando las operaciones unitarias del proceso productivo

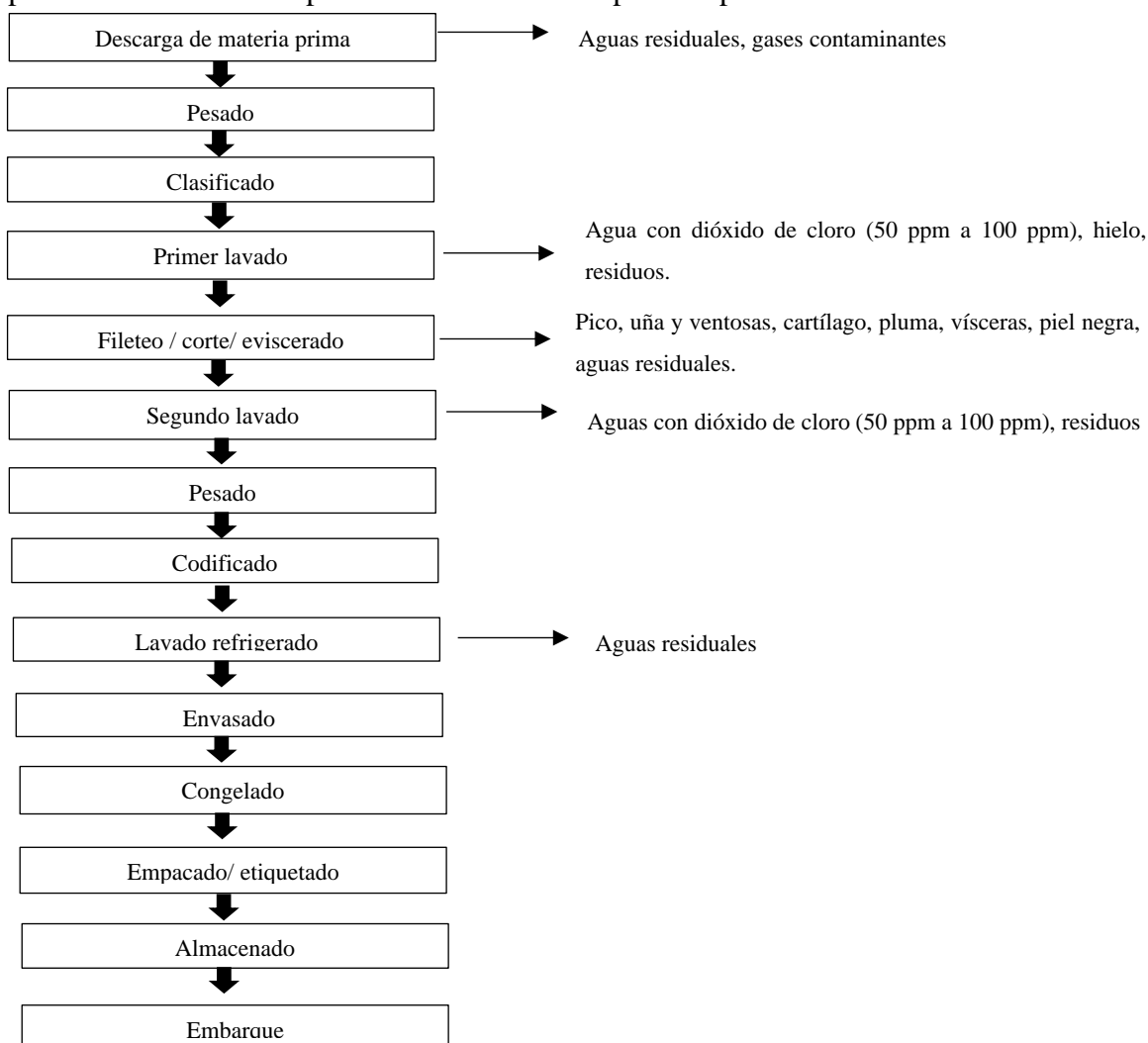


Figura 1 Diagrama de bloques del proceso productivo de congelado de pota

Fuente 1 Elaboración propia

Identificación de aspectos e impactos ambientales.

A continuación, se muestra la tabla de identificación de aspectos e impactos ambientales, la cual se realizó con el objetivo de reconocer cuáles son los aspectos ambientales más repetitivos en la empresa y cuáles son las actividades que los generan.

Tabla 1 Identificación de aspectos e impactos ambientales en el procesamiento del congelado de pota

ETAPA	COMPONENTES	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	
Operación	Descarga de materia prima	Desembarque de la pota	Vertido de agua residual	Contaminación de agua y suelo	
			Emisión de gases de combustión	Contaminación de la atmósfera.	
		Pesado I	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de un recurso natural.	
			Clasificado e inspección	Primer lavado	Consumo de agua
		Generación de residuos			Contaminación de agua y suelo.
		Vertido de agua residual			Sobrecarga de relleno sanitario.
		Eviscerado	Fileteo	Generación de residuos (Piel externa, vísceras, ventosas, pico, uña, cartílago, pluma, etc.	Contaminación de agua. Sobrecarga de relleno sanitario.
	Generación de residuos (Callo, cabeza, piel interna)				
	Generación de residuos (Piel)				
	Preparación	Segundo lavado	Consumo de agua	Agotamiento de un recurso natural.	
			Vertido de agua residual	Contaminación de agua y suelo.	
		Pesado	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de un recurso natural.	
			Codificado	Lavado refrigerado	Vertido de agua residual
		Envasado			Desecho de bolsas de polietileno
Congelado					Consumo de energía eléctrica.
		Generación de ruido.	Contaminación acústica y atmosférica		
Generación de gases contaminantes.					
Empacado/ etiquetado					
Almacenado		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de un recurso natural.		

Fuente 2 Elaboración propia. En base a [31]

Como resultado de la tabla 1 se obtuvo los aspectos ambientales generados en la empresa “Geomar Products J&M SAC”, además, el análisis del gráfico estadístico circular (Anexo 8) indicó que el vertido de agua residual y la generación de residuos son los aspectos que más se generan durante todo el proceso de congelado de pota con un porcentaje de 23,53%, es por ello que fueron los residuos escogidos para trabajar en su reducción.

Cuantificación de residuos sólidos y aguas residuales

Para calcular la cantidad de residuos sólidos que genera la empresa se realizó el balance de materia, en este caso la empresa no controla el volumen de efluentes generados, sin embargo, la empresa brindó datos de la materia prima recepcionada mensualmente (Ver anexo 2).

Para obtener la cantidad de pota con la que se trabajó en el balance de materia se realizó un promedio de los datos que se muestran a continuación:

Tabla 2 Materia prima recepcionada de Marzo- Agosto del 2021

FECHA	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	PROMEDIO
Total de materia Prima (toneladas)	542,64	510,24	566,55	540,10	530,35	468,44	526,39

Fuente 3 Elaboración propia

Se obtuvo que el promedio de materia prima recepcionada es de 526,39 t pero como solo laboran 21 días al mes el resultado de pota diaria ingresada es de 25,07 t. Además, la empresa brindó los datos sobre el porcentaje de eficiencia que se tiene de la pota entera y seccionada (Ver tabla 3).

Tabla 3 Eficiencia de la pota entera y seccionada

Parte/Etapa	Pota entera	Pota seccionada	% de eficiencia total
Filete	40%	84%	33,6%
Nuca	6%	80%	4,8%
Tentáculo	11%	80%	8,8%
Reproductor	2%	86%	1,51%
Aleta	16%	94%	14,72%
Cono	1%	94%	0,94%
Total			64,37%

Fuente 4 Elaboración propia en base a datos de la empresa “Geomar Products J&M SAC”

A raíz de estos datos se procede a realizar el balance de materia con el fin de determinar la cantidad de entradas y salidas en base al aproximado de materia prima con el que se trabajará a lo largo de la investigación.

Para el balance de materia se tomó como base de cálculo: 25 070 kg en base al promedio diario de pota ingresada y los cálculos para las operaciones unitarias se muestran en el anexo 9 y 10.

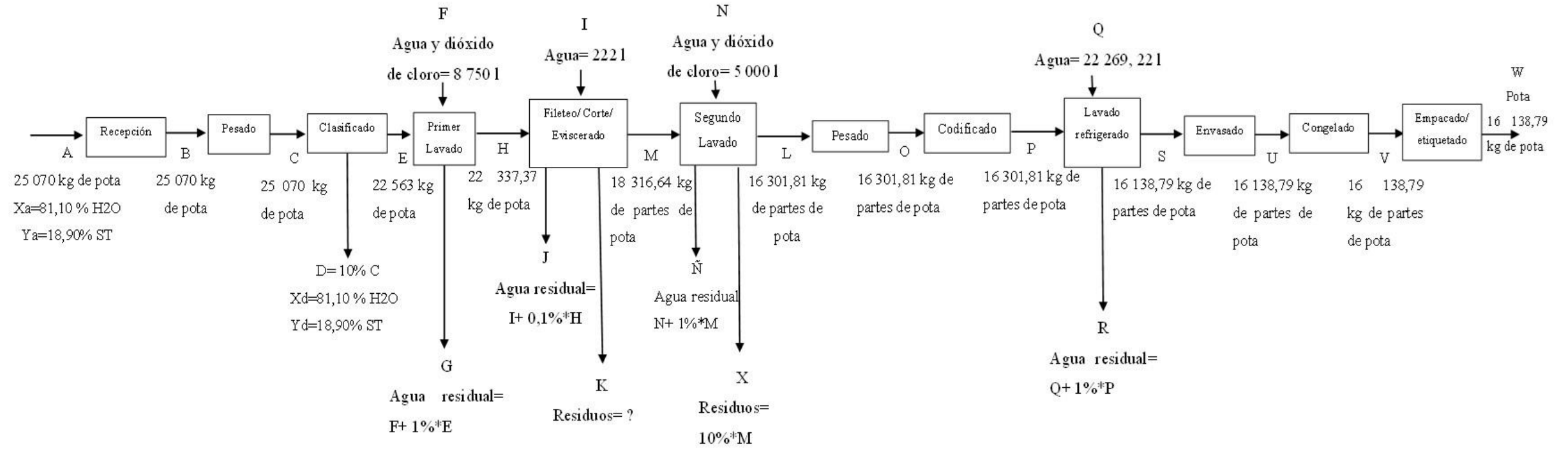


Figura 2 Balance de masa del proceso de congelado de papa de "Geomar Products J&M S.A.C."

Fuente 5 Elaboración propia

Al reemplazar todos los datos en la fórmula tenemos:

$$\sum Entradas = \sum Salidas$$

$$A + F + I + N + Q = D + G + J + K + \tilde{N} + R + W + X$$

$$(25\,070 + 8\,750 + 222 + 5\,000 + 22\,269,22) \text{ kg} = (2\,507 + 8\,975,63 + 244,34 + 3\,998,38 + 5\,183,17 + 22\,432,24 + 16\,138,79 \text{ kg} + 1\,831,66 \text{ kg}) \text{ kg}$$

$$61\,311,22 \text{ kg} = 61\,311,22 \text{ kg}$$

Reemplazamos estos datos para calcular los efluentes y residuos totales generados

$$\text{Efluentes totales generados} = G + J + \tilde{N} + R$$

$$\text{Efluentes totales generados} = 8\,975,63 + 244,34 + 5\,183,17 + 22\,432,24$$

$$\text{Efluentes totales generados} = 36\,835,38 \text{ kg} = 36\,835,38 \text{ l}$$

$$\text{Residuos totales generados} = D + K + X$$

$$\text{Residuos totales generados} = (2\,507 + 3\,998,38 + 1\,831,66) \text{ kg}$$

$$\text{Residuos totales generados} = 8\,337,04 \text{ kg}$$

En conclusión, se generan aproximadamente 36 835,38 litros de efluentes /día y 8 337,04 kg/día de residuos sólidos.

Con el objetivo de realizar una cuantificación completa de las aguas residuales también se han considerado los efluentes de limpieza de las instalaciones y equipos, y aguas domésticas ya que los trabajadores cuentan con un comedor y baños. Para determinar la cantidad de aguas domésticas arrojadas al alcantarillado se tomó un coeficiente de retorno al alcantarillado del 80% del agua consumida, tal como lo establece el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) específicamente la norma OS. 070 para redes de aguas residuales domésticas [32].

Para la limpieza de las instalaciones y equipos se disponen de 5 contenedores isotérmicos de 500 l llenos de agua y detergente para el lavado y 5 de pura agua, es decir, se utilizan 5 000 l de agua para esta etapa.

En cuanto a la cantidad de desagües domésticos el presidente del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (Sedapal), Francisco Dumler expresó que en el 2020 se ha logrado un consumo de 175 l diarios por persona [33] sin embargo el Ministerio del Ambiente (MINAM) determinó que un peruano necesita 50 l de agua por día para cubrir sus necesidades esenciales [34]. En vista de que los trabajadores están 12 horas en las instalaciones de la empresa "Geomar Products J&M SAC" y solo consumen agua para realizar sus necesidades básicas se consideró un consumo de 50 l/persona, para una población de 60 trabajadores se calculan 3 000 l de agua consumida.

Tabla 4 Cantidad de agua y efluentes generados en la empresa " Geomar Products J&M SAC"

Etapa	Agua (l)	Efluentes (l)
PROCESO	36 241,22	36 835,38
LIMPIEZA DE LAS		
INSTALACIONES Y	5 000	5 000
EQUIPOS		
AGUAS DOMÉSTICAS	3 000	2 400
Total	44 241,22	44 235,38

Fuente 6 Elaboración propia

La cantidad total de agua consumida es de 44 241,22 l/día y de efluentes generados es de 44 235,38 l/día.

Caracterización de efluentes

Para la caracterización de efluentes se realizó una búsqueda bibliográfica y se tomaron valores de referencia de una muestra de 500 mg O_2/L de efluentes del proceso de congelado de pota. Los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de oxígeno (DQO) se realizaron mediante los métodos SM 5 210 B y SM 5 220-B respectivamente.

En la referencia se evalúan los parámetros de los efluentes generados por 871 881 kg de materia prima (pota) obteniendo como resultado 8 500 mg/l de DBO y 9 609 mg/l de DQO.

La empresa “Geomar Products J&M SAC” procesa aproximadamente 25 070 kg de pota diaria, es por ello que para la caracterización de los efluentes de la empresa en estudio se tomó el porcentaje que representa la cantidad de materia prima (2,87%) con respecto al volumen procesado en la investigación de J.L. Monterroso Céspedes [35]. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5 Comparación de los parámetros del ECA del agua de la categoría 3 y los efluentes del proceso

Parámetros	ECA Categoría III (mg/l)	Efluente del proceso (mg/l)	Porcentaje de exceso (%)
pH	6,5-8,5	7,8	--
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	243,95	1 526,33
Demanda Química de oxígeno	40	275,78	589,45

Fuente 7 Elaboración propia en base a Monterroso [35]

Como se muestra en la tabla las aguas residuales del proceso de congelado de pota exceden los parámetros de DBO Y DQO en 1 526,33% y 589,45% respectivamente.

Dichos parámetros son establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) pertenecientes a la categoría III: Riego de vegetales de tallo bajo y alto.

Matriz de Leopold

Otro punto a realizar fue la elaboración de la matriz de Leopold para determinar el impacto ambiental generado por la empresa “Geomar Products J&M SAC” (Ver anexo 11).

Los rangos que establece la matriz de Leopold para la identificación de impactos es que si los valores de impacto obtenidos son de -1 a -30 el impacto es bajo, de -31 a -61 impacto medio, de -62 a -92 impacto severo y mayor a -93 impacto crítico, en caso los valores sean positivos, se genera un impacto medioambiental positivo [36].

Los resultados indicaron que solo hay 2 promedios positivos y 11 promedios negativos en las acciones del proceso de congelado de pota de la empresa " Geomar Products J&M SAC ". Los valores de impacto por subcomponente fueron -83 (Calidad del aire y ruido), -171 (Agua), -108

(Suelo), -104 (Ecosistema terrestre), -130 (Ecosistema marino), -96 (Salud), -66 (Territorio y recursos naturales). Por lo tanto, el proceso de congelado de papa en la empresa “Geomar Products J&M SAC” genera un impacto severo al territorio y recursos naturales y a la calidad de aire y ruido, un impacto crítico a la salud, al agua, suelo, ecosistema terrestre y marino [36].

Costos de agua

Según las tarifas establecidas por SEDACHIMBOTE S.A. la tarifa por metro cúbico (m^3) para la clase industrial es de S/.4,8794 y S/.2,0112 para los servicios de agua y alcantarillado respectivamente [37].

Tabla 6 Cantidad y costo de agua y efluentes en la empresa "Geomar Products J&M SAC"

Etapa	Agua (m^3)	Agua (S/.)	Efluentes (m^3)	Alcantarillado (S/.)
Proceso	761,07	3 713,54	773,54	1 555,75
Limpieza de las instalaciones y equipos	105	512,34	105	211,76
Desagües domésticos	63	307,4	50,4	101,36
TOTAL	929,07	4 533,28	928,94	1 868,29

Fuente 8 Elaboración propia en base a [37]

El costo mensual del servicio de agua es de S/.4 533,28 y de S/.1 868,29 para el alcantarillado, por lo tanto, el costo total es de S/.6 401,57.

Evaluación de las estrategias de producción más limpia.

Se elaboró una matriz de alternativas en la cual se consideraron estrategias para el ahorro de agua, tratamiento de aguas y reutilización de los residuos de pescado, cada una de las alternativas fue codificada y se identificó el beneficio técnico, económico, ambiental y el costo de cada una.

Tabla 7 Matriz de alternativas

Estrategia	Alternativa	Código	Beneficio			Costo de implementación	Referencia
			Técnico	Financiero	Ambiental		
Buenas prácticas de manejo de residuos sólidos, y recursos naturales	Realizar capacitaciones al personal sobre temas de interés ambiental	A1	Promover la prevención de la contaminación	Evitar multa de 5 UIT	Disminuir el 22,8% de consumo de agua y 15% de residuos.	S/. 750,00	Guerra Huamán H.B. y Saire Guerra M. [38]
Implementación de equipamiento especial	Implementar hidrolavadoras	A3	Eficiencia en tiempos de lavado -Regulación y control del consumo de agua	Ahorro de S/.1 580,79 mensuales	Ahorro del 30% del consumo de agua actual.	S/. 6 166,60	Rojas Contreras L.E. [39]
Implementación de equipamiento especial	Implementar la aplicación de tecnologías químicas (Coagulación-floculación)	A5	Mejorar las condiciones de aguas residuales	Evitar multa de 5 UIT	Remoción de contaminantes físico químicos y de coliformes fecales superiores al 90%.	S/.5 000,00	Véliz Lorenzo E., Llanes Ocaña J.G., Fernández García L.A. y Bataller Venta M. [40]
Implementación de equipamiento especial	Lagunas facultativas	A6	Mejorar las condiciones de aguas residuales	Evitar multa de 5 UIT	Eficiencia de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 78%	S/. 55 264,52	Tsunao Matsumoto y Sánchez Ortiz I.A. [41]
Implementación de equipamiento especial	Pozas de sedimentación	A7	Mejorar las condiciones de aguas residuales	Evitar multa de 5 UIT	Eficiencia de remoción de partículas sólidas del 98,8.%		Pérez Núñez, S.D. [42]
Reuso y reciclaje en planta	Implementar un sistema de producción de ensilado	A8	Comercialización a terceros	Ingresos de S/.25 631,39 mensuales	Aprovechamiento del 65% de residuos de pota	S/.19 718,76	Guerra Huamán H.B. y Saire Guerra M. [38]
Buena Practica operacional	Reutilizar el agua del primer lavado en las canastillas para el lavado de cuchillos en la etapa de fileteo/corte/eviscerado.	A4	Regulación del consumo de agua	Ahorro de S/.1 574,64 mensuales	Reducción del 100% del consumo actual de agua en esa etapa.		Silva Tabio Y.P. [43]
Reuso y reciclaje en planta	Limpieza biológica anaeróbica -Implementar un sistema de producción de biogás y biol	A9	Comercialización a terceros	Ingresos de S/.35 582,95	Aprovechamiento del 21,95% de residuos de pota	S/. 27 264,58	Paz Hernández I., Martínez O., Estrada E., Messina Fernández S.R., Escobar del Pozo C. [44]

Fuente 9 Elaboración propia en base a la guía para la implementación de producción más limpia [45]

En la matriz de alternativas se refleja que todas tienen beneficios ambientales, económicos y técnicos entre ellos se destaca la prevención del cobro de multas por exceder los límites máximos permisibles, ingresos extras debido a la venta de productos elaborados a partir de residuos de pota y la reducción del monto a pagar por el servicio de agua y alcantarillado. Posteriormente para determinar el peso de cada criterio utilizado para seleccionar las alternativas de producción más limpia se realizó el método de ponderación de factores (Ver anexo 12 y 13).

El análisis de la ponderación de factores indicó que el costo bajo de implementación, que no sea perjudicial para la calidad del producto y que reduzca la responsabilidad y los costos de seguros tienen un peso del 25%, mientras que la facilidad de implementación y que genere ingresos tienen un peso de 16,67% y 8,33% respectivamente. Sin embargo, la guía indicó que los pesos deben estar en un rango de 0 a 10, por lo tanto, se tomó para los criterios que tenían más peso (A, D y E) un valor de 10 y para B y C se efectuó la regla de tres simple y se calculó que B=3 y C=7

Finalmente, para seleccionar las alternativas de producción más convenientes se hizo uso del método de suma ponderada en el cual se calificó a cada alternativa en un rango del 1 al 10 de acuerdo al criterio de clasificación correspondiente, siendo el 10 el valor con mayor importancia. La tabla 8 muestra los resultados.

Tabla 8 Método de suma ponderada para la selección de alternativas finales

Criterios de clasificación	Peso	A1	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Costo bajo de implementación	10	9	7	10	8	3	4	8	5
Generar ingresos	3	8	10	6	6	6	6	10	10
Facilidad de implementación	7	10	8	10	8	2	2	5	5
No es perjudicial para la calidad del producto	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Reducción de la responsabilidad y costos de seguros	10	10	8	5	7	7	7	8	8
TOTAL		384	336	338	324	232	242	325	295

Fuente 10 Elaboración propia

Las alternativas que mayor puntaje tuvieron mediante el método de suma ponderada fueron A1 (Capacitaciones sobre temas ambientales), A3 (Implementar hidrolavadoras), A4 (Reutilizar agua del primer lavado en la etapa de fileteo/corte/eviscerado), A5 (Implementar la aplicación de tecnologías químicas (Coagulación-floculación)) y A8 (Producción de ensilado).

Propuesta de estrategias de producción más limpia.

La primera estrategia de la propuesta son las capacitaciones sobre temas ambientales estas se realizarán tanto para los supervisores y el gerente general como para los trabajadores con el fin

de que ambas partes se comprometan con la efectividad y mejora continua de la aplicación de la metodología. Será brindada por la consultora “YAKUFIL ECOINGENIERIA” con N° de RUC: 20608101145, la cual estableció que las capacitaciones se desarrollaran en dos sesiones virtuales de 1 hora y media, cada una en el mes de octubre. La siguiente tabla muestra los temas a tratar por cada sesión.

Tabla 9 Capacitación y sensibilización ambiental en el tema de Producción Más Limpia (P+L) en la empresa “Geomar Products J&M SAC”

N° de sesión	Temas a tratar	Hora	Día
SESIÓN I	<ul style="list-style-type: none"> • Examen de entrada • Conceptos Básicos • ¿Por qué implementar un Programa de Producción Más Limpia • Estrategias de P + L • Prevención de la generación de residuos y emisiones; • Reciclaje; Tratamiento; Eliminación segura • Examen de salida 	7:30 am- 9:00 am	22/10/2023
SESIÓN II	<ul style="list-style-type: none"> • Examen de entrada • Metodología para desarrollar un programa de Producción Más Limpia. • Aplicación de P+L en la gestión de aguas residuales • Aplicación de P+L en la gestión de residuos Sólidos • Aplicación de P+L en otros aspectos ambientales (Aire) • Examen de salida • Entrega de certificados para todos los asistentes y para la empresa 	7:30 am- 9:00 am	29/10/2023

Fuente 11 YAKUFIL ECOINGENIERIA S.R.L.

Objetivo:

Concientizar a la alta dirección y los trabajadores acerca de la importancia de la producción más limpia, la contaminación ambiental, los residuos sólidos, etc.

La segunda estrategia es la implementación de hidrolavadoras. En primer lugar, se determinaron las características técnicas que debe tener la hidrolavadora, estas son:

- ✓ Hidrolavadora de agua fría (T° de agua $\leq 15^{\circ}\text{C}$) debido a que durante el proceso se trabaja con agua fría.
- ✓ Hidrolavadora eléctrica ya que a diferencia de las de combustión, las eléctricas no emiten emisiones de monóxido de carbono. [46]
- ✓ El voltaje de la hidrolavadora debe ser de 380/220 V tal como lo establece el Código Nacional de Electricidad Suministro [47].

Según el estudio de Rojas Contreras L.E. [39] el ahorro de agua por cada hidrolavadora es del 30%. En base a ello se determinó el volumen de agua que se utilizará con la implementación de dicha máquina.

- ❖ Volumen de agua utilizado= 5 000 l
- ❖ Volumen de agua con hidrolavadora = $5000 - (5000 * 30\%) = 3\ 500\ l$

- ✓ Dado que se emplean 2 horas para la limpieza se calculó que el caudal (Q) debe ser $\frac{3\,500\text{l}}{2\text{ h}} = 1\,750\frac{\text{l}}{\text{h}} = 0,00049\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
- ✓ La potencia determina el tiempo de trabajo que la máquina puede rendir por jornada y como el tiempo utilizado para la etapa de limpieza es de 2 horas, la potencia de la hidrolavadora debe ser de 3 Hp [46]. $P = \gamma * Q * \Delta H * \eta = 9,81 * 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 0,00049\frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 5\text{ m} * 0,75 = 18,026\text{ w}$.

Posteriormente de acuerdo con los criterios técnicos determinados anteriormente se seleccionó la hidrolavadora que más se asemejaba a las características requeridas. El anexo 14 muestra su ficha técnica.

Dado que la hidrolavadora seleccionada tiene como caudal máximo 510 l/h y se utilizan 2 horas para realizar la limpieza, se calcula que una hidrolavadora satisface 1 020 l de los 3 500 l que se requieren.

En base a lo mencionado anteriormente, para satisfacer el volumen de agua con la propuesta (3 500 l) se propone la implementación de 4 hidrolavadoras, las cuales serán distribuidas de la siguiente manera:

- ✓ 2 en la sala de lavado de materiales, ya que esta es la zona en donde se realiza el lavado de dinos y 500 canastillas diarias aproximadamente.
- ✓ 1 en la zona de procesos primarios, para la limpieza de mesas de acero y en la sala de envasado, para la limpieza de balanzas y mesas de acero.
- ✓ 1 en la zona de empaque, para la limpieza de dinos y la recta final del túnel VRT.

Meta:

Reducir el consumo de agua durante la limpieza de maquinaria en un 30% [48].

Indicadores y fórmulas:

% de reducción del agua durante la limpieza

$$= \frac{\text{Agua ahorrada (l)}}{\text{Agua generada antes de la estrategia (l)}}$$

$$\text{\% de reducción del agua durante la limpieza} = \frac{(5\,000 - 3\,500)\text{ l}}{5\,000\text{ l}}$$

$$\text{\% de reducción del agua durante la limpieza} = 30\%$$

El porcentaje de reducción del agua durante las actividades de limpieza de maquinaria e instalaciones es de 30%, lo cual indica la efectividad de la estrategia.

La tercera estrategia consiste en reutilizar el agua del primer lavado para el lavado de cuchillos en la etapa de fileteo/corte/eviscerado. El efluente generado durante el primer lavado está compuesto por agua y dióxido de cloro de 50 ppm. Cabe resaltar que el dióxido de cloro es usado como desinfectante es por ello que se concluye que es un agua apta para el lavado de cuchillos. Sin embargo, dichos efluentes contienen algunos residuos sólidos, es por ello que para eliminarlos se hará uso de reactivos químicos coagulantes (Sulfato Férrico y el Polímero BC-5218) y floculantes (Polímero aniónico PA-8320) [16]. Los anexos 15, 16 y 17 muestran los datos de los coagulantes y floculantes a utilizar en el efluente generado durante el primer lavado de pota.

En base a ello, se calculó la cantidad de a dosificar de cada uno de los reactivos químicos considerando la concentración de la dosis óptima. Cabe recalcar que para el primer lavado se utilizan dinos de 1 T y cada uno de estos es llenado en una relación de 1:3 de la mezcla para desinfección (Agua, hielo y dióxido de cloro) y pota respectivamente, por lo tanto, por cada dino se generan 250 l de mezcla de desinfección.

Tabla 10 Volumen a dosificar de los reactivos químicos

Polímero aniónico 8 320	Polímero BC-5 218	Sulfato férrico
$= \frac{15 \text{ ppm} * 250 \text{ l}}{1\ 000\ 000} = 0,00375 \text{ l}$	$= \frac{158 \text{ ppm} * 250 \text{ l}}{1\ 000\ 000} = 0,0395 \text{ l}$	$= \frac{1\ 400 \text{ ppm} * 250 \text{ l}}{1\ 000\ 000} = 0,35 \text{ l}$

Fuente 12 Elaboración propia

De lo calculado anteriormente se concluye que por cada dino de 250 l de efluente se deben dosificar 0,35 l; 0,0395 l y 0,00375 l de sulfato férrico, polímero BC-5 218 y polímero aniónico 8 320 respectivamente para realizar el tratamiento de coagulación y floculación de aguas residuales provenientes del primer lavado.

Como ya se mencionó anteriormente dichas aguas serán utilizadas en el lavado de cuchillos. Es importante mencionar que la calidad del producto no se verá afectada por ello pues el lavado de cuchillos se realiza con el fin de remover los restos de uña, pico, entre otros residuos generados durante el fileteo/corte/eviscerado. El anexo 18 muestra la nueva entrada de la operación (Fileteo/ corte/ eviscerado).

Metas:

Reducir al 100% el consumo de agua en la etapa de fileteo/corte y eviscerado. [43]

Indicadores y fórmulas:

% de reducción del agua en la etapa de fileteo/corte/eviscerado

$$= \frac{\text{Agua ahorrada (l)}}{\text{Agua generada durante la etapa (l)}}$$

$$\% \text{ de reducción del agua en la etapa de f/c/e} = \frac{222 \text{ l}}{222 \text{ l}}$$

$$\% \text{ de reducción del agua en la etapa de f/c/e} = 100\%$$

Se demostró que con la implementación de la propuesta se reduce el porcentaje de consumo de agua durante la etapa de fileteo/corte y eviscerado en un 100%, alcanzando de esta manera la meta.

La última estrategia a implementar es la producción de ensilado. Para ello, primero se diseñó el proceso de producción de ensilado hidrobiológico a partir de residuos de pota. Se tomó como referencia el estudio de D.F. Cumplido Robles y M.L. Vergaray Zevallos [49].

Recepción, en esta etapa llegan los residuos de pota de la producción de congelado del mismo.

Lavado, en esta segunda operación los desechos de pota son lavados con el fin de eliminar algunas partículas sólidas, entre otros.

Ecurrido, luego de lavar los residuos se procede a escurrirlos con el objetivo de eliminar el agua generada durante la etapa de lavado.

Molido y verificación, los residuos ya escurridos son colocados en un molino para que se obtenga un tamaño de grano de 1-2 mm [49]. Luego son colocados en cilindros de polietileno.

Mezclado, se procede a mezclar los inóculos y sacarosa con los residuos de pota propiamente molidos. Son mezclados hasta que no queden grumos.

Fermentado, en esta etapa, la mezcla de inóculos, azúcar (sacarosa) y residuos de pota se deja reposar durante 7 días en condiciones anaerobias [50].

Envasado, una vez que pasan los 7 días de fermentación, el ensilado se procede a envasar en sacos de polietileno de 25 kg.

Sellado y verificación, el sellado es realizado por la misma máquina de envasado y se origina inmediatamente después del envasado, el saco es sellado con hilo. Asimismo, se tiene que verificar que el saco no esté dañado o se esté derramando el producto.

Además, con el fin de dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso se realizó el diagrama de operaciones del proceso (Anexo 19). Por otro lado, para determinar la cantidad de entradas y salidas de cada operación se realizó un balance materia el cual se muestra en la figura 3.

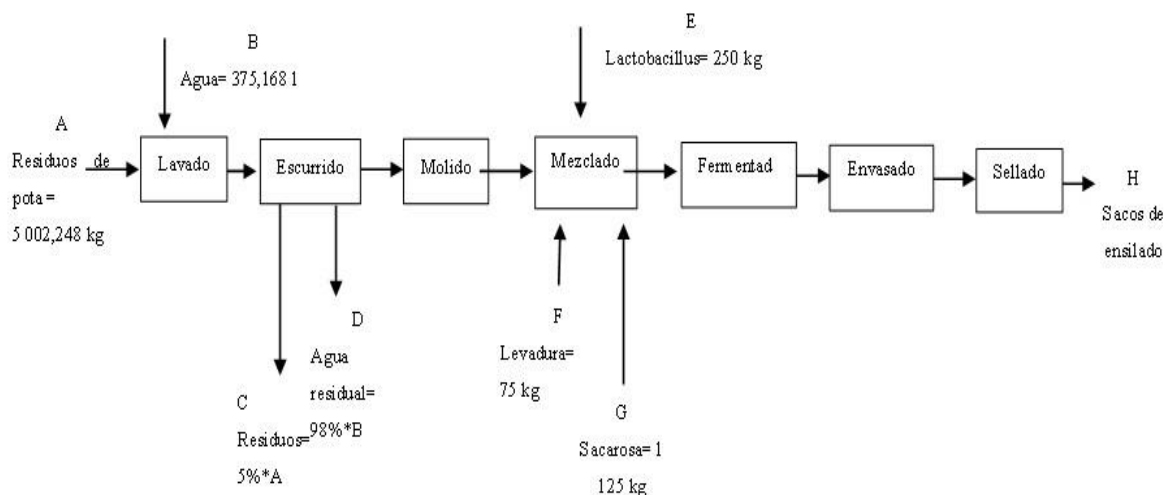


Figura 3 Balance de materia de la producción de ensilado

Fuente 13 Elaboración propia

Al reemplazar los datos en la fórmula tenemos:

$$\sum Entradas = \sum Salidas$$

$$5\,002,248 + 375,168 + 250 + 75 + 125 = (5\% * 5\,002,248) + (98\% * 375,168) + H$$

$$5\,827,416\text{ kg} = 617,777 + H$$

$$H = 5\,209,639\text{ kg}$$

Del balance de materia se concluye que se obtienen 5 209,639 kg. Según cálculos se producirán 208 sacos de ensilado de 25 kg por 5 002,248 kg de residuos de pota. Los detalles de cálculo para cada operación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11 Balance de materia de la producción de ensilado

Entradas		Proceso	Merms (kg)			Salidas (kg)
Materia	kg		Salida	Porcentaje	Cantidad	
Residuos de pota	5 002,248	Recepción de MP	--	--	--	5 002,248
Residuos de pota	5 002,248	Lavado	--	--	--	5 377,416
Agua	375,168					
Residuos de pota	5 002,248	Escurrido	Residuos	5%	250,112	4 759,636
Agua	375,168		Agua residual	98%	367,665	
Residuos	4 759,636	Molido y verificación	--	--	--	4 759,636
Residuos	4 759,636					
Lactobacillus	250	Mezclado	--	--	--	7 159,36
Levadura	75					
Sacarosa	1 125					
Residuos e inóculos	7 159,36	Fermentado	--	--	--	7 159,36
Ensilado	7 159,36	Envasado	--	--	--	7 159,36
Ensilado en sacos de 25 kg	286	Sellado y verificación	--	--	--	286
Sacos de ensilado	286	Almacenamiento	--	--	--	286

Fuente 14 Elaboración propia

En base al volumen de entradas del balance de materia se calcularon los tiempos requeridos por el proceso. Cabe resaltar que se tomó como tiempo base 480 min (8 h).

Tabla 12 Tiempos de las operaciones del proceso de ensilado de residuos de papa

Operación	Producción (kg)	Tiempo ciclo= $\frac{\text{Tiempo base}}{\text{Producción}}$	Producción por hora (t/h)
Recepción	5 002,248	0,096 min/kg	0,63
Lavado	5 377,416	0,089 min/kg	0,67
Escurredo	5 377,416	0,089 min/kg	0,67
Molido y verificación	4 759,636	0,101 min/kg	0,59
Mezclado	7 159,36	0,067 min/kg	0,89
Envasado	7 159,36	0,067 min/kg	0,89
Sellado y verificación	286	1,678 min/bolsa	0,04
Almacenamiento	286	1,678 min/bolsa	0,04
TOTAL		3,933	

Fuente 15 Elaboración propia

El tiempo ciclo es de 1,678 min y la sumatoria de los tiempos de cada operación es de 3,933, posteriormente se calcularon los operarios necesarios por cada área.

Tabla 13 Cálculo de operarios por área

Área	Tiempo de procesamiento	Cantidad a procesar	Tiempo disponible	N° de operarios
Recepción	0,096 min/kg	5 002,248 kg		$= \frac{0,096 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 5\,002,248 \text{ kg}}{480 \text{ min}} = 1 \text{ operario}$
Lavado y escurrido	0,178 min/kg	5 377,416 kg		$= \frac{0,178 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 5\,377,416 \text{ kg}}{480 \text{ min}} = 1,99 \cong 2 \text{ operario}$
Molido y verificación	0,101 min/kg	4 759,636 kg		$= \frac{0,101 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 4\,759,636 \text{ kg}}{480 \text{ min}} = 1 \text{ operario}$
Mezclado	0,067 min/kg	7 159,36 kg	480 min	$= \frac{0,067 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 7\,159,36 \text{ kg}}{480 \text{ min}} = 0,99 \cong 1 \text{ operario}$
Envasado	0,067 min/kg	7 159,36 kg		$= \frac{0,067 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 7\,159,36 \text{ kg}}{480 \text{ min}} = 0,99 \cong 1 \text{ operario}$
Sellado y verificación	1,678 min/kg	286 sacos		$= \frac{1,678 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 286 \text{ sacos}}{480 \text{ min}} = 0,99 \cong 1 \text{ operario}$
Almacenamiento	1,678 min/kg	286 sacos		$= \frac{1,678 \frac{\text{min}}{\text{kg}} * 286 \text{ sacos}}{480 \text{ min}} = 0,99 \cong 1 \text{ operario}$

Fuente 16 Elaboración propia

En conclusión, se necesita un total de 8 operarios. Por otro lado, a continuación, se especifican los criterios técnicos que debe tener cada máquina/equipo del proceso de producción de

ensilado en la empresa “Geomar Products J&M SAC”

Tabla 14 Criterios técnicos las máquinas/equipos

Tanque de lavado y escurrido	Molino	Cilindros para la fermentación	Pala mezcladora	Máquina de embalaje
*Material: acero inoxidable debido al contacto con agua que va a tener.	*Debe arrojar un tamaño de grano de 1-2 mm [49].	*Atóxicos y de fácil limpieza. Insumos con aprobación FDA para consumo humano directo.	*Largo >1 m de manera que llegue hasta el fondo del cilindro	*Embolsadora de sacos de 25 kg
*Válvula de desagüe incorporado	*El molino debe procesar, es decir tener un rendimiento mínimo de 0,59 t/h	*No transferir olor y sabor del material al ensilado.	*No producir óxido, corrosión	*Rendimiento mínimo de 0,93 $t/h=930 \frac{kg}{h} *$
*Capacidad mínima= 630 kg		*Alta resistencia al impacto.	Propiedades no reactivas.	$1 \frac{sacos}{25 kg} =$
		*Punto de ablandamiento >79 °C		$37 \frac{sacos}{h} *$
		*Capacidad de 220 l para minimizar el uso de cilindros.		$1 \frac{h}{60 min} =$
				$0,62 \frac{sacos}{min}$

Fuente 17 Elaboración propia en base a [49]

Dichos criterios fueron evaluados en el mercado y de acuerdo a ello se escogieron las máquinas a comprar, los anexos 20, 21, 22, 23 y 24 muestran las fichas técnicas de la maquinaria y equipos seleccionados.

Posteriormente se realizó una tabla de consumo de materia prima e insumos en base a los datos obtenidos de la investigación de D.F. Cumplido Robles y M.L. Vergaray Zevallos [49] con el fin de establecer el índice de consumo de cada recurso por cada saco de 25 kg de ensilado.

Tabla 15 Índice de consumo de recursos

	Unidad	Índice de consumo
Agua	l	1,55
Residuos de pescado	Kg	25
Lactobacillus	Kg	1,033
Levadura de pan	Kg	0,31
Sacarosa	Kg	0,51
Sacos de 25 kg	Unidad	1

Fuente 18 Elaboración propia

En cuanto a la distribución de planta esta será lineal, ya que los procesos serán organizados de forma secuencial y el flujo de la materia prima será directo, es decir, pasará de una estación a otra.

De acuerdo con lo obtenido se realizó el dimensionamiento del área que se necesita, para lo cual se aplicó la metodología de Guerchet. Cabe resaltar que solo se calculó el área para la producción de ensilado ya que será colocada en la misma planta que la del proceso de congelado. En el siguiente cuadro, se detallará sobre las diferentes maquinarias con sus respectivas dimensiones conforme a las especificaciones y requerimientos del proceso productivo.

Tabla 16 Área de producción

Área de producción											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	N° lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Tanques de lavado	1,50	0,70	0,80	1,05	2	2,1	0,6	1,89	5,04	2	10,08
Molino de martillos	2,92	1,93	2,31	5,64	1	5,64	0,6	6,768	18,048	1	18,048
Cilindros de polietileno	-	0,59	0,975	0,55	2	1,10	0,6	0,99	2,64	60	158,4
Máquina de embalaje	1,3	1	1,9	1,3	1	1,3	0,6	1,56	4,16	1	4,16
Área total (m²)											190,688

Fuente 19 Elaboración propia

El área total a utilizar para la producción de ensilado es de 190,688 m², gran parte corresponde a la parte de fermentación en donde se ubican los cilindros de polietileno.

Tabla 17 Área de almacén

Área de almacén											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	N° lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Pallet	1	1,2	0,15	1,2	4	4,8	0,9	5,4	11,4	5	57
Persona	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	1	-
Área total (m²)											57

Fuente 20 Elaboración propia

El almacén para los sacos de 25 kg de ensilado tendrá una medida de 57 m² y el área total de la planta es de 247,688 m².

Posteriormente para el diseño de planta el anexo 25 muestra la matriz diagonal para el análisis de relación de actividades a través de la metodología SLP (Systematic Layout Planning). En base a ello se realizó el diagrama relacional de actividades del proceso de ensilado de residuos de papa (Anexo 4), el cual contribuyó a realizar un esquema de la distribución de áreas en la planta.

De acuerdo con toda la información calculada anteriormente se realizó un diagrama analítico del proceso (DAP) para documentar de manera sistemática y secuencial las actividades del proceso de ensilado. Para determinar los tiempos de traslado se empleó el sistema de tiempos predeterminados MOST (Maynard Operation Sequence Technique) [51] el cual establece que cada TMU representa 0,036 segundos y la acción de caminar por cada pie equivale a 15 TMU. Cabe resaltar que la expresión “pie” es utilizada para referirse a una parte del cuerpo y tiene una medida promedio de 23 cm. Los cálculos se muestran a continuación:

$$\text{Traslado al área de molido} = \frac{\frac{0,036 \text{ s}}{1 \text{ TMU}} * 15 \text{ TMU} * 465 \text{ cm}}{23 \text{ cm}} = 10,92 \text{ s}$$

PROCESO PRODUCTIVO DE ENSILADO DE RESIDUOS DE POTA							
Ubicación	Planta de producción	Actividad			Método actual		
Actividad	Proceso productivo de ensilado	Operación	●			8	
		Transporte	→			3	
Fecha		Demora	⬮			0	
Operador	Analista	Inspección	■			0	
Comentarios:		Almacén	▼			1	
		Tiempo (min)					1089
Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (mts)
	●	→	⬮	■	▼		
Recepción						48	
Lavado	●					44,5	
Escurreido	●					44,5	
Traslado al área de molido	●	→				0,182	
Molido y verificación	●					50,5	
Traslado a los cilindros de polietileno	●	→				0,596	
Mezclado	●					33,5	
Fermentado	●					10 080	
Traslado a la máquina de envasado	●	→				0,15	
Envasado	●					33,5	
Sellado y verificación	●					33,56	
Almacenamiento					●	33,56	

Figura 4 Diagrama Analítico del proceso de ensilado de residuos de pota

Fuente 21 Elaboración propia

$$\text{Traslado a los cilindros de polietileno} = \frac{\frac{0,036 \text{ s}}{1 \text{ TMU}} * 15 \text{ TMU} * 1 523 \text{ cm}}{23 \text{ cm}} =$$

35,76 s

$$\text{Traslado a la máquina de envasado} = \frac{\frac{0,036 \text{ s}}{1 \text{ TMU}} * 15 \text{ TMU} * 388 \text{ cm}}{23 \text{ cm}} = 9,11 \text{ s}$$

Posteriormente con el fin de establecer el precio de venta se realizó una tabla de costo unitario (Anexo 27) por cada saco de ensilado, de la cual se determinó que el costo unitario es de S/.18,50. Se consideró un porcentaje de utilidad del 35% [49] y con esos datos se calculó el precio de venta.

$$\text{Precio} = \frac{13.21}{1 - 0,35} = 28,46$$

El precio de venta de cada saco será de S/. 28,46.

La estrategia de precio está orientada en brindar un precio inferior al de la competencia, esto con la finalidad de estimular la compra de nuestro producto, es por ello que se analizaron los precios del ensilado de residuos de pescado, con respecto a las principales marcas en el mercado (Ver anexo 28)

En base a los precios del mercado y el cálculo del precio de venta por kilogramo del ensilado producido por “Geomar Products J&M” (S/ 1,1384/kg) se realizó un diagrama de barras con el fin de realizar y representar la comparación de precios.

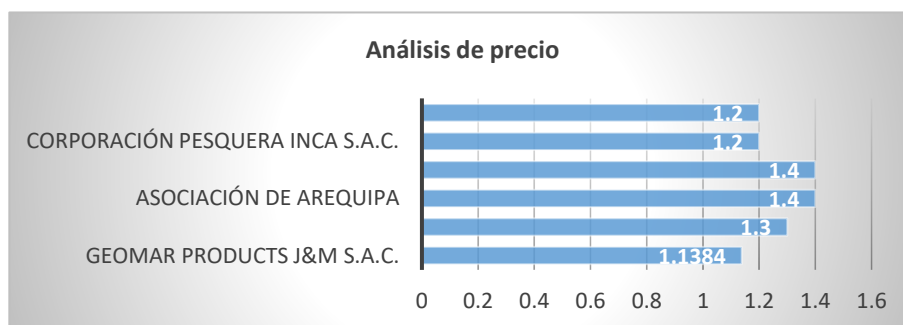


Figura 5 Diagrama de barras de precios de ensilado

Fuente 22 Elaboración propia

Como se puede observar en el diagrama el precio de la empresa “Geomar Products J&M” es el menor (S/. 1,1384/kg) en relación a las demás empresas. Asimismo, se analizó que el precio de ensilado propuesto es hasta el 18,69% menor que el de la competencia.

Metas:

Ingresos esperados mayores a S/.25 631,39 mensuales.

Aprovechamiento mínimo del 65% de residuos de pota. [52]

Indicadores y fórmulas:

Como se determinó en el balance de materia, de 5 002,248 kg de residuos se producen 286 sacos de ensilado, si se calcula la producción mensual se tienen 4 862 sacos de ensilado al mes.

Ingresos esperados de la venta de ensilado = N° sacos vendidos * precio de c/u

Ingresos esperados de la venta de ensilado = 4 862 * S/.28,46

Ingresos esperados de la venta de ensilado = S/.138 372,52

$$\% \text{ de aprovechamiento de residuos} = \frac{\text{Residuos de pota reutilizados}}{\text{Residuos de pota generados}} * 100\%$$

$$\% \text{ de aprovechamiento de residuos} = \frac{4\,752,136}{5\,002,248} * 100\%$$

$$\% \text{ de aprovechamiento de residuos} = 95\%$$

En cuanto a la demanda nacional de ensilado de residuos de pota podría ser impulsada por varios factores. Primero, el crecimiento del sector agropecuario y la necesidad de alimentación animal sostenible son cruciales. La producción de ganado, especialmente en regiones como la Sierra y la Selva, demanda forrajes de calidad. Según el Ministerio de Agricultura, el sector pecuario ha crecido aproximadamente un 3-4% anual [53].

Además, la creciente conciencia sobre la sostenibilidad y el aprovechamiento de residuos puede aumentar el interés en productos como el ensilado. Si se estima que el mercado local podría captar un 5-10% [54] de la producción de ensilado, esto podría traducirse en ingresos significativos para los productores. En resumen, la demanda nacional es prometedora.

Análisis económico-ambiental de las estrategias planteadas.

La tabla 18 muestra el resumen de costos de las propuestas.

Tabla 18 Resumen de costos de las propuestas

	INVERSION	COSTO ANUAL	DEPRECIACION
PROPUESTA			
Capacitaciones	S/790 ,60	S/790 ,60	
Hidrolavadoras	S/6 799 ,60	S/2 800 ,00	S/639 ,96
Reutilizar el agua	S/41 867 ,80	S/41 667 ,80	
Producción de ensilado	S/154 846 ,47	S/1 334 732 ,00	S/6 365 ,70
TOTAL	S/204 304 ,47	S/1 379 990 ,40	S/7 005 ,66

Fuente 23 Elaboración propia

Como se pudo observar la inversión, el costo anual y la depreciación de todas las propuestas es de S/204 302,47; S/1 379 990,40 y S/7 005,66 respectivamente.

Además, se detallaron los gastos administrativos y de ventas tal y como se muestra en el anexo 29. De ello se concluye que estos gastos están valorizados en S/.6 216,00.

Además, se calculó el beneficio anual de cada una de las propuestas en base al diagnóstico antes de la mejora y el porcentaje de mejora de las propuestas según el antecedente (Anexo 30). El beneficio anual de todas las propuestas es de S/.1 685 064,92.

En el anexo 31 se muestra el estado de resultados en el cual se detalla los ingresos, costos operativos, depreciación, gastos administrativos y de ventas, los impuestos y finalmente la utilidad desde el año 1 al año 3. Además, demuestra que la utilidad es de S/. 205 756,27

También se realizó el flujo de caja (Anexo 32 y 33) mediante el cual se determinó que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es 88,6%, cifra mayor al TMAR (25%), lo cual significa que el flujo de fondos es mayor a la inversión, afirmando la rentabilidad del proyecto. Además, el beneficio/costo (b/c) fue calculado con los datos del Valor Actual Neto de los ingresos (S/. 3 289 003,02) y egresos (S/.3 078 026,97) del primer al quinto año incluyendo la inversión para los egresos, el valor del b/c es de S/. 1,069 e indica que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0,069.

Por último, el anexo 34 muestra la matriz de Leopold mediante la cual se realizó el análisis ambiental del proceso de congelado de papa después de las estrategias de producción más limpia y se obtuvo como resultado un impacto total de -362, es decir, se redujo el impacto en un 50%.

Discusión

Con respecto al diagnóstico del proceso de congelado de papa en la empresa “Geomar Products J&M SAC” centrado en sus impactos ambientales se determinó mediante el balance de masa que de 1 t de papa se generan 1 469,3 l de efluentes y 332,55 kg de residuos de papa. Por su parte, Vargas Poma [11] determinó que de 1 t de papa se generan 1 380,4 l y 299,12 kg de efluentes y residuos respectivamente. Mientras que, Delgado Cabrera [18] dice que de 1 t se producen 200 kg de residuos. Dicha diferencia se puede originar debido a las diferentes operaciones que se realizan.

Por otro lado, la DBO Y DQO de los efluentes generados por la empresa “Geomar Products J&M SAC” es de 243,95 mg/l y 275,78 mg/l respectivamente los cuales exceden los parámetros establecidos por la ECA, esto quiere decir que son dañinos para el medio ambiente. Dichos resultados coinciden con lo obtenido por Monterroso Céspedes [35] quién llegó a la conclusión de que los efluentes del procesamiento de papa son contaminantes y exceden los parámetros con cantidades de 8 500 mg/l de DBO y 9 609 mg/l de DQO. La diferencia de proporciones de mg/l de DBO Y DQO posiblemente se debe a la diferencia de cantidad de materia prima ingresada a cada proceso y la diferencia de químicos empleados, como el cloro e hipoclorito de sodio.

Otro objetivo fue la evaluación y propuesta de estrategias de PML, los resultados reflejaron que las capacitaciones, la implementación de hidrolavadoras, la reutilización de agua mediante reactivos químicos y la producción de ensilado redujeron un 42% y 78,12% de la generación de efluentes y residuos respectivamente, por su parte Monroy, Peña y Garzón [15] redujeron un 52% de consumo de agua, 75% de la generación de residuos sólidos y 73% de insumos químicos requeridos. Varella, Cardoso y Botelho [10] también disminuyeron al 100% los residuos generados por la producción de palmito pupunha mediante la aplicación de estrategias de PML (Implementación de góndolas en las etapas de separación de materiales y la producción de abonos a partir de la corteza de palmito). Asimismo, Molina, Pillco, Salazar, Coronel, Sarduy y Diéguez [14] lograron aprovechar el 100% de mucilago y cáscara de grano de cacao mediante la producción de un herbicida natural. Dicha reducción de los residuos significó una disminución de la contaminación. Se puede decir que los diferentes porcentajes de disminución de residuos sólidos y efluentes se debe que son diferentes industrias y estrategias de producción más limpia.

En cuanto al análisis económico-ambiental de la aplicación de estrategias de producción más limpia los resultados de la presente investigación arrojaron un Valor Actual Neto (VAN) de S/210 976,05, la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 88,6% y un beneficio-costo de S/. 1,069. Mientras que en el estudio de Quishpe, Lliguicota, Sarduy y Diéguez [13] alcanzaron una

utilidad de \$4 518,6 netos una relación costo-beneficio de 1,34 mediante la implementación de producción de biol y biogás en conjunto y harina de sangre, asimismo, Cárdenas, Maldonado, Valdez, Sarduy y Diéguez [14] lograron un VAN de \$5 696,94 en 5 años y un TIR de 76,22%. Finalmente se analiza que en todos los casos las estrategias de producción más limpia son alternativas viables.

Conclusiones

La propuesta de implementación de estrategias de producción más limpia en la empresa “Geomar Products J&M SAC” redujeron en un 42% los efluentes y en un 78,12% los residuos generados durante el proceso de congelado de pota, de ello se concluye que gracias a la propuesta el impacto ambiental se redujo en un 50%.

En cuanto al diagnóstico del proceso de congelado de pota en la empresa “Geomar SAC” centrado en sus impactos ambientales, la matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales determinó que el vertido de agua residual y los residuos sólidos representan un 47,06% de los aspectos ambientales generados en todo el proceso, asimismo se calculó que se generan 36 835,38 litros de efluentes /día y 8 337,04 kg/día de residuos orgánicos de pota, cabe resaltar que dichos efluentes son contaminantes pues sobrepasan la cantidad de DBO y DQO establecida por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) de la categoría III, se obtuvo un exceso de 1525,33% de DBO y 589,45% de DQO, también se determinó que el consumo de agua en la planta es 929 065,62 litros mensuales y tiene un costo de S/.6 401,57 (incluye el servicio de alcantarillado). Finalmente, la matriz de Leopold indica que la empresa “Geomar Products J&M SAC” tiene un impacto total de -724 el cual significa que existe un efecto negativo en el territorio, recursos naturales, calidad de aire y ruido, ecosistema terrestre y marino.

En la elaboración de la propuesta de estrategias de PML determinó que las capacitaciones se realizarán en dos sesiones y serán dadas por la consultora “YAKUFIL ECOINGENIERIA”. Para la implementación de la segunda estrategia se hará uso de cuatro hidrolavadoras Ubermann la cuales serán distribuidas en la sala de lavado de materiales, procesos primarios y en la zona de empaque, dicha estrategia reducirá el consumo de agua de la limpieza de maquinaria en un 30%. La tercera estrategia se realizará mediante la aplicación de sulfato Férrico, polímero BC-5218 y polímero aniónico PA-8320 de tal manera que se disminuya un 100% el consumo de agua de la etapa de fileteo/corte/eviscerado, por último, la producción de ensilado se realizará en sacos de 25 kg y se esperan ingresos de S/.138 372,52 y un aprovechamiento del 95% de residuos de pota. Por último, el análisis económico-ambiental de las estrategias indicó que el

proyecto es viable, con una Tasa de inversión de 88,6% mayor a la del TMAR (25%), asimismo, se determinó que por cada S/1,00 invertido se generarán S/. 0,069 de utilidad.

Con la implementación de la propuesta se logró cumplir con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) para efluentes del proceso de congelado de pota, además Al adoptar prácticas más sostenibles y eficientes en la industria pesquera y del congelado de pota, se facilita el cumplimiento de varias normativas internacionales relevantes. Como el Código de Prácticas de Higiene para Alimentos de la FAO/OMS, el reglamento (CE) No 853/2004 de la Unión Europea, las normas de la ISO 14001 y el reglamento de la FDA (Food and Drug Administration) en EE.UU. Cumplir con estas normativas no solo permite el acceso a mercados exigentes, sino que también mejora la reputación de los productos peruanos en el ámbito internacional.

Recomendaciones

Realizar investigaciones acerca de otras propuestas para fortalecer la gestión ambiental de las empresas como la implementación de la norma ISO 14 001:2015 en empresas de la industria pesquera para lograr alcanzar los estándares ambientales de máxima calidad.

Se sugiere realizar un análisis químico de las aguas residuales del proceso de congelado de pota para tener más certeza de la cantidad de la DBO y DQO.

Desarrollar paralelamente un sistema de tratamiento de aguas residuales que abarque todos los efluentes del proceso de congelado de pota.

Se recomienda establecer un estudio para la obtención de biogás y biol a partir de residuos de pota para promover la gestión sostenible de desechos, reducir la contaminación y aprovechar los residuos como recursos energéticos y fertilizantes. Esto puede contribuir a la economía circular, generando beneficios económicos y ambientales.

Referencias

- [M. C. Domínguez Gual, «La contaminación ambiental, un tema con compromiso social,»
1 *P+L*, vol. 10, nº 1, 2015.
]
- [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, «EL ESTADO
2 MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN,» Roma, 2016.
]
- [M. CHURACUTIPA MAMANI, «OBTENCION DE UN ENSILADO BIOLOGICO A
3 PARTIR DE RESIDUOS,» UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, PUNO,
] 2016.
- [Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, «Aguas
4 residuales el recurso desaprovechado,» UNESCO, París, 2017.
]
- [Gestión, «Consumo de papa peruana es impulsado por demanda de los mercados asiáticos,»
5 21 Abril 2019. [En línea]. Available: [https://gestion.pe/economia/ayacucho-espera-captar-](https://gestion.pe/economia/ayacucho-espera-captar-s-20-millones-tras-fin-de-semana-santa-noticia/)
] [s-20-millones-tras-fin-de-semana-santa-noticia/](https://gestion.pe/economia/ayacucho-espera-captar-s-20-millones-tras-fin-de-semana-santa-noticia/). [Último acceso: 17 Abril 2022].
- [Agencia Peruana de noticias, «Volumen de exportaciones pesqueras peruanas creció 9.9%
6 en el 2019,» Editora Perú, 25 Febrero 2020. [En línea]. Available:
] [https://andina.pe/agencia/noticia-produce-volumen-exportaciones-pesqueras-crecio-99-](https://andina.pe/agencia/noticia-produce-volumen-exportaciones-pesqueras-crecio-99-2019-786146.aspx)
2019-786146.aspx. [Último acceso: 23 Septiembre 2021].
- [Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, «Introducción a la
7 producción mas limpia,» de *Manual de producción mas limpia*, 2012, pp. 3-4.
]
- [Organización Panamericana de la salud, «Calidad del aire,» 2016. [En línea]. Available:
8 <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>. [Último acceso: 17 Mayo 2021].
]
- [Oefa, «SE APRUEBA LA TIPIFICACIÓN DE INFRACCIONES Y ESCALA DE
9 SANCIONES RELACIONADAS AL INCUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES
] MÁXIMOS PERMISIBLES,» 14 Noviembre 2013. [En línea]. Available:
<https://www.oefa.gob.pe/se-aprueba-la-tipificacion-de-infracciones-y-escala-de-sanciones->

relacionadas-al-incumplimiento-de-los-limites-maximos-permisibles/ocac02/. [Último acceso: 3 Noviembre 2021].

[W. A. Varella, G. Oliveira Neto y T. Sousa, «Adoption of cleaner production in a pupunha palm heart factory: a systematic literature review and a case study,» *Food Science and Technology*, vol. 42, pp. 1-9, 2022.

]

[J. A. Vargas Poma, «“Evaluar la utilización de residuos hidrobiológicos generados en el procesamiento de la pota (*Dosidicus gigas*) y perico (*Coryphaena hippurrus*) por la empresa COIPSAC-Tacna, año 2018,» Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, 2018.

[J. L. Monterroso Céspedes, «Estudio de los efluentes del procesamiento de pota en Piura y su potencial uso como fertilizante,» Universidad de Piura, Piura, 2011.

2

]

[J. D. Qishpe Lòpez, J. P. Lliguicota Guarquila, L. B. Sarduy Pereira y K. Diéguez Santana, «La producción más limpia, como estrategia de valorización (ecoeficiencia) del centro de faenamiento, Puyo, Pastaza, Ecuador,» *Revista Científica de la UCSA*, vol. 7, n° 3, 2020.

]

[C. S. Molina Cedeño, B. M. Pillco Herrera, E. F. Salazar Muñoz, B. D. Coronel Espinoza, L. B. Sarduy Pereira y K. Diéguez Santana, «Producción más limpia como estrategia ambiental preventiva en el proceso de elaboración de pasta de cacao. Un caso en la Amazonia Ecuatoriana,» *Industrial Data*, vol. 2, n° 23, pp. 59-72, 2020.

[E. F. Monroy Ávila, C. A. Peña Monroy y G. d. P. Garzón Cortés, «Estrategias de producción más limpia –PML: caso aplicado a la industria de curtiembre,» *Revista producción + limpia*, vol. 14, n° 1, pp. 61-75, 2019.

]

[H. N. Quevedo Gonzales, «Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la empresa pesquera PELAYO SAC de harina y aceite de pescado de puerto SUPE,» Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2016.

[J. H. Carrasco Casariego, «Efecto del ensilado biológico de residuos de *Dosidicus Gigas* 1 sobre el crecimiento y factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus Vannamei*,» 7 Universidad Nacional de Tumbes, 2016, 2016.

]

[F. W. Delgado Cabrera, «Diseño y propuesta de una planta piloto de tratamiento de residuos 1 sólidos orgánicos, generados por las empresas pesqueras de la zona industrial de Tacna,» 8 Jorge Basadre Grohmann, Tacna, 2018.

]

[Gestión de recursos naturales, «Impacto ambiental,» 2020. [En línea]. Available: 1 <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>. [Último acceso: 3 Noviembre 2021].

9

]

[Dirección general de asuntos ambientales de pesquería, «Guía. Elaboración de estudios de 2 impacto ambiental para la actividad de consumo humano indirecto harina y aceite de 0 pescado,» Ministerio de la Producción, Lima, 2008.

]

[AQUA HOY, «Aprovechamiento de los desechos del pescado en la alimentación animal,» 2 AQUA CENTER SRL, 27 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.aquahoy.com/i-1-d-i/valor-nutricional/34390-aprovechamiento-desechos-pescado-alimentacion-animal#:~:text=Los%20%E2%80%9Cdesechos%20de%20pescado%E2%80%9D%20se,o%20alg%C3%BAAn%20tipo%20de%20da%C3%B1o.&text=Este%20tipo%20de%20desechos%20representan,> [Último acceso: 24 Mayo 2021].

[L. Zarza, «¿Qué son las aguas residuales?,» iagua, 2019. [En línea]. Available: 2 <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>. [Último acceso: 29 Octube 2 2021].

]

[Ministerio de Educación, «Ciudadanía ambiental: Guía de educación en ecoeficiencia,» 2 Lima, 2012.

3

]

[«Indicadores de rentabilidad en proyectos de inversión ¿cuáles son?,» Universidad ESAN, 2 07 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/apuntes->

4 empresariales/2020/02/indicadores-de-rentabilidad-en-proyectos-de-inversion-cuales-son/
] [Último acceso: 29 Octubre 2021].

[«Fundamentos financieros: el valor actual neto (VAN),» Universidad ESAN, 24 Enero
 2 2017. [En línea]. Available: [https://www.esan.edu.pe/apuntes-
 5 empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/](https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/). [Último acceso:
] 29 Octubre 2021].

[Ministerio del Ambiente, «Guía para la identificación y caracterización de impactos
 2 ambientales,» Lima, 2015.

6

]

[R. S. Basurco Carpio, Balance de Materia y Energía, Arequipa: UNSA, 2021.

2

7

]

[A. N. Ramos Soberanis , «Metodologías matriciales de evaluación ambiental,» Universidad
 2 de San Carlos, Guatemala, 2004.

8

]

[J. P. García Sabater, «Distribución en Planta,» RIUNET Repositorio UPV, Valencia, 2020.

2

9

]

[ESAN, «El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas,» 24 Enero 2017. [En línea].
 3 Available: [https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-indice-
 0 beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas/](https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-indice-beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas/). [Último acceso: 29 Octubre 2021].

]

[Ihobe, «Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales,» Dualxj- Comunicación &
 3 Diseño, Vasco, 2009.

1

]

[Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma OS. 070,» Lima, 2021.

3

2

]

[A. Valle, «Sedapal busca reducir de 175 a 125 litros el consumo diario de agua por persona,»
3 Agencia Peruana de noticias, 15 Febrero 2022. [En línea]. Available:
3 [https://andina.pe/agencia/noticia-sedapal-busca-reducir-175-a-125-litros-consumo-diario-](https://andina.pe/agencia/noticia-sedapal-busca-reducir-175-a-125-litros-consumo-diario-agua-persona-881089.aspx)
] [agua-persona-881089.aspx](https://andina.pe/agencia/noticia-sedapal-busca-reducir-175-a-125-litros-consumo-diario-agua-persona-881089.aspx). [Último acceso: 03 Junio 2022].

[Ministerio del Ambiente, «Conoce cuánto gastas en agua y cuánto puedes ahorrar en tu vida
3 cotidiana con la Revista MINAM,» 18 Noviembre 2014. [En línea]. Available:
4 [https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/conoce-cuanto-gastas-en-agua-y-cuanto-](https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/conoce-cuanto-gastas-en-agua-y-cuanto-puedes-ahorrar-en-tu-vida-cotidiana-con-la-revista-minam/)
] [puedes-ahorrar-en-tu-vida-cotidiana-con-la-revista-minam/](https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/conoce-cuanto-gastas-en-agua-y-cuanto-puedes-ahorrar-en-tu-vida-cotidiana-con-la-revista-minam/). [Último acceso: 18 Junio
2022].

[J. Monterroso Cèspedes, «Estudio de los efluentes del procesamiento de pota en Piura y su
3 potencial uso como fertilizante,» Universidad de Piura, Piura, 2011.

5

]

[L. Bergere Leopold, F. Eldridge Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, «A Procedure for
3 Evaluating Environmental Impact,» Servicio Geológico de Estados Unidos, Washington,
6 D.C., 1971.

]

[«Sedachimbote S.A.,» [En línea]. Available: <https://www.sedachimbote.com.pe/>. [Último
3 acceso: 03 Junio 2022].

7

]

[H. B. Guerra Huamán y M. Saire Guerra , «Elaboración de un programa de producción más
3 limpia para la planta de conservas de recursos hidrobiológicos de PACIFIC NATURAL
8 FOODS SAC,» Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2014.

]

[L. E. Rojas Contreras, «Propuesta y evaluación de estrategias de minimización del uso de
3 agua en la producción de jugos sin aditivos,» Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2016.

9

]

[E. Véliz Lorenzo, J. G. Llanes Ocaña, L. A. Fernández García y M. Bataller Venta,
4 «Evaluación de la eficiencia de los procesos de coagulación-floculación y ozonización a
0 escala de laboratorio en el tratamiento de aguas residuales municipales,» *Revista CENIC.*
] *Ciencias Químicas*, vol. 41, n° 1, pp. 49-56, 2010.

[Tsunao Matsumoto y I. A. Sánchez Ortiz, «Eficiencia del tratamiento de aguas residuales
4 por lagunas facultativas e implicaciones en la salud pública,» *Universidad y Salud*, vol. 12,
1 n° 1, pp. 65-78, 2010.

]

[S. D. Pérez Núñez , «Control de sedimentos para reducir la colmatación en pozas de
4 sedimentación de áreas descubiertas de la compañía minera Coimolache S.A.,» Universidad
2 Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2018.

]

[Y. P. Silva Tabio, «Formulación de estrategias de producción más limpia, en la industria
4 farmacéutica,» Bogotá, 2017.

3

]

[I. Paz Hernández, O. Guevara Martínez, E. Estrada, S. Messina Fernández y C. Escobar del
4 Pozo, «Evaluación del balance de masa y energía para el diseño de un biodigestor de flujo
4 continuo, para la generación de biogás a partir de biomasa residual de la ciudad de Tepic
] México,» *REDISA*, 2013.

[Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental, «Guía para la implementación de
4 producción mas limpia,» Lima, 2007.

5

]

[«¿Cómo elegir y qué tener en cuenta para el buen uso de una hidrolavadora?,»
4 Demaquinasyherramientas.com , 27 Octubre 2016. [En línea]. Available:
6 [https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/como-](https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/como-elegir-hidrolavadora)
] elegir-hidrolavadora. [Último acceso: 15 Septiembre 2022].

[Ministerio de Energia y Minas, «Código Nacional de Electricidad,» Lima, 2006.

4

7

]

[L. E. Rojas Contreras, «Propuesta y evaluación de estrategias de minimización del uso de
4 agua en la producción de jugos sin aditivo,» Universidad de Chile, Santiago, 2016.

8

]

[D. F. Cumplido Robles y M. L. Vergaray Zevallos, «Producción de ensilado hidrobiológico
4 a partir de residuos de pescado de la empresa JADA S. A, Chimbote 2020,» Universidad
9 César Vallejo, Chimbote, 2020.

]

[M. Barriga Sánchez, M. Churacutipa y A. Salas, «Elaboración de ensilado biológico a partir
5 de residuo crudo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) en Puno,
0 Perú,» *Ecología aplicada*, vol. 18, nº 1, pp. 37-44, 2019.

]

[H. B. Maynard and Company, Inc., «Maynard Operation SequenseTechnique (MOST),»
5 Suecia, 1967.

1

]

[H. B. Guerra Huamán y M. Saire Guerra, «Elaboración de un programa de producción más
5 limpia para la planta de conservas de recursos hidrobiológicos de Pacific Natural Foods
2 SAC,» Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2014.

]

[Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, «Valor Bruto de la Producción Agropecuaria,»
5 Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Lima, 2022.

3

]

[C. Boschini-Figueroa, L. Pineda-Cordero y P. Chacón-Hernández², «EVALUACIÓN DEL
5 ENSILAJE DEL PASTO RATANA (*Ischaemum indicum* HOUTT.) CON TRES
4 DIFERENTES ADITIVOS,» Costa Rica, 2014.

]

[R. Muther, *Systematic layout planning*, Cahners Books, 1973.

5

5

]

[M. Kisner Bueno, «La contaminación del medio marino por la industria,» Alerta económica, 5 11 Abril 2015. [En línea]. Available: [https://alertaeconomica.com/la-contaminacion-del-](https://alertaeconomica.com/la-contaminacion-del-medio-marino-por-la-industria/)
6 medio-marino-por-la-industria/. [Último acceso: 15 Septiembre 2021].

]

[Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, «Riesgos biológicos en el sector 5 pesquero: consecuencias y prevención,» 20 Junio 2018. [En línea]. Available: 7 [https://emprendedoreslugo.com/riesgos-biologicos-en-el-sector-pesquero-consecuencias-](https://emprendedoreslugo.com/riesgos-biologicos-en-el-sector-pesquero-consecuencias-y-prevencion/)
] y-prevencion/. [Último acceso: 03 Noviembre 2021].

[J. Ramírez-Ramírez, J. Loya-Olguín, J. Ulloa, P. Rosas-Ulloa, R. Gutiérrez-Leyva y Y. 5 Silva-Carrillo, «Aprovechamiento de desechos de pescado y cáscara de piña para producir 8 ensilado bilógico,» *Abanico Veterinario*, vol. 10, nº 116, 2020.

]

[L. K. Nizama Pacheco y C. F. Cabrera Carranza, «Impacto del Dren 4000 al Ecosistema 5 Marino de la Caleta Santa Rosa, Lambayeque y Alternativas de Recuperación,» *Revista del 9 Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias*
] *Geográficas*, vol. 21, nº 41, pp. 45-52, 2018.

[C. J. Ramirez Valdèz, «Evaluación de la gestión ambiental para la acuicultura del municipio 6 de Guasave, Sinaloa,» El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, 2010.

0

]

[«Ley N^a 28245,» Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Lima, 2004.

6

1

]

[Ministerio de cultura- Colombia, «Guía para elaborar un plan de acción,» Bogotá, 2010.

6

2

]

[A. Sevilla Arias, «Tasa interna de retorno (TIR),» Economipedia, 15 Julio 2014. [En línea]. 6 Available: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>. [Último 3 acceso: 29 Octubre 2021].

]

[J. Guevara del Aguila, «Evaluación de los indicadores de impacto ambiental por el
6 vertimiento de los efluentes industriales pesqueros en la Bahía de Coishco-Perú-2018,»
4 *Ciencia Latina*, vol. 6, nº 1, pp. 2249-2272, 2022.

]

[«Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from
6 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based
5 studies with 65 million participants,» *The Lancet*, vol. 396, pp. 1511-1524, 2020.

]

[R. Jiménez Ambel, «Proporción del cuerpo humano,» Cartagena, 2015.

6

6

]

[SODIMAC, «Hidrolavadora Vertigo 2800W 180bar,» [En línea]. Available:
6 [https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2490153/hidrolavadora-vertigo-2800w-](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2490153/hidrolavadora-vertigo-2800w-7)
7 [180bar/2490153/](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2490153/hidrolavadora-vertigo-2800w-7). [Último acceso: 02 08 2022].

]

[S. P. Yupanqui Espinoza, «Implementación y evaluación de un programa de producción
6 más limpia para contribuir en el mejoramiento ambiental y económico en la empresa
8 INGEDER S.R.L.,» Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima, 2018.


]

[R. B. Loza Pacheco, «Determinación de la dosificación óptima de coagulantes y floculante
6 aplicados a un sistema continuo por flotación en el tratamiento de efluentes pesqueros,»
9 Universidad Nacional de San Agustín , Arequipa, 2014.

]

Anexos

Anexo 1 Carta de aceptación de la empresa



GEOMAR PRODUCTS J&MSAC
TRANSFORMACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS
 DEL MAR Y ACTIVIDADES AFINES
 RUC: 20526680341

CARTA DE ACEPTACION DE LA EMPRESA

Ing. Marcos Baca López

Director de Escuela de Ingeniería Industrial


Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

De mi especial consideración

Tengo el agrado de dirigirme a usted a nombre de la empresa **GEOMAR PRODUCTS J&M** con RUC: **20526680341**, teniendo como finalidad hacer de su conocimiento que la estudiante **Cielo Marilyn Chiroque Cárcamo** con **D.N.I 73241686** y **código universitario 181TD77658**, estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial de la universidad que usted representa, ha sido aceptada para ejecutar su proyecto de tesis en nuestra empresa, el cual lleva por título **“Estrategias de producción más limpia en la empresa GEOMAR S.A.C para disminuir los impactos ambientales”**, teniendo como fecha de inicio el 23 de agosto de 2021 hasta la culminación del mismo, así le hacemos saber que los datos recolectados por el estudiante son brindadas por nuestra empresa.


Aprovechando para expresarle mi consideración y estima personal.


Atentamente,




GEOMAR PRODUCTS J&M S.A.C.
 Jimmy Jonathan Salinas Rodríguez
 GERENTE GENERAL

GEOMAR PRODUCTS J&M S.A.C.
SALINAS RODRÌGUEZ JIMMY JONATHAN
GERENTE GENERAL

 **988874939 - 926938558**

 **geomarproductsjmsac@gmail.com**
gerencia@geomarproductsjmsac

 **Mz. F Lote 03 A.H. Maria Goretty - Castilla - Piura - Piura**

Anexo 2 Materia prima recepcionada del 01 de Marzo - 31de Agosto

FECHA	Materia Prima	FECHA	Materia Prima	FECHA	Materia Prima	FECHA	Materia Prima	FECHA	Materia Prima	FECHA	Materia Prima
1-Mar	17.2810	1-Abr	19.827	1-May	20.042	1-Jun	21.373	2-Jul	17.593	2-Ago	10.647
3-Mar	30.1920	2-Abr	17.938	3-May	32.157	2-Jun	22.472	4-Jul	38.929	4-Ago	33.486
5-Mar	25.7650	5-Abr	35.227	4-May	37.576	3-Jun	29.395	5-Jul	21.921	5-Ago	14.647
6-Mar	18.2730	6-Abr	27.102	6-May	22.912	5-Jun	17.693	6-Jul	28.708	6-Ago	17.122
8-Mar	38.2620	8-Abr	21.983	7-May	36.756	7-Jun	30.924	7-Jul	24.802	9-Ago	33.234
9-Mar	26.2510	9-Abr	33.692	9-May	11.020	8-Jun	29.274	8-Jul	31.445	10-Ago	37.456
10-Mar	36.8180	10-Abr	35.761	10-May	38.903	9-Jun	28.557	10-Jul	34.336	11-Ago	26.837
13-Mar	23.7160	12-Abr	23.199	11-May	26.452	11-Jun	21.950	12-Jul	23.137	13-Ago	18.834
15-Mar	34.1510	14-Abr	11.89	13-May	19.014	12-Jun	23.737	13-Jul	29.215	14-Ago	35.234
16-Mar	22.3260	15-Abr	28.351	15-May	28.012	14-Jun	36.929	15-Jul	36.973	15-Ago	17.493
17-Mar	19.5670	17-Abr	30.124	17-May	32.477	15-Jun	30.364	16-Jul	37.386	16-Ago	26.091
19-Mar	24.6780	19-Abr	29.719	18-May	39.424	16-Jun	19.450	17-Jul	22.209	18-Ago	19.624
20-Mar	35.5450	20-Abr	34.275	20-May	35.521	17-Jun	17.158	18-Jul	25.799	20-Ago	27.051
22-Mar	13.8960	21-Abr	17.83	21-May	13.831	19-Jun	37.791	20-Jul	17.771	21-Ago	29.158
23-Mar	26.4870	22-Abr	31.021	22-May	24.909	21-Jun	24.127	21-Jul	21.131	23-Ago	15.602
24-Mar	33.6890	24-Abr	31.273	24-May	17.618	23-Jun	26.763	22-Jul	16.153	24-Ago	12.713
25-Mar	29.5810	26-Abr	35.009	25-May	31.420	24-Jun	23.021	25-Jul	13.696	26-Ago	35.680
28-Mar	10.2810	27-Abr	12.13	26-May	13.310	26-Jun	23.196	27-Jul	33.439	28-Ago	19.256
29-Mar	21.3670	30-Abr	33.888	28-May	23.384	27-Jun	18.088	29-Jul	37.063	30-Ago	25.328
30-Mar	16.3570			29-May	23.227	28-Jun	27.027	31-Jul	18.651	31-Ago	12.945
31-Mar	38.1600			31-May	38.591	30-Jun	30.817				
Total	542.6430		510.2390		566.5546		540.1044		530.3572		468.4393

Anexo 3 Boleta de materia prima recepcionada

Dirección: AV VILLA DEL MAR # 760 D01SHC
 D SANTA ANCAH
 Marca: Rice Lake U.S.
 Serie del Equipo: 47575849
 Modelo: 920i-2B
 Capacidad: 1050 kg
 Tipo de Inst. Pesaje: Balanza Plataforma
 Nombre de Equipo: 1
 Numero de Reporte de Pesaje: 249-2021
 Tipo Transporte: Camara Isoterica
 Placa: M2X-857
 Especie : Pota
 Tipo de Uso: Congelado
 Fecha de Inicio: 21/09/2021
 Hora de Inicio: 07:35
 Cuenta WZero: 25530
 Cuenta WSpan: 319631
 Cuenta WVal: 800.0
 Coeficiente de Calibracion: 367.6263

BATCH	BRUTO	TARA(kg)	NETO	ACUMULADO	HO RA
1	0.6585t	0.0	0.6585t	0.6585t	07: 37
15	0.6580t	0.0	0.6580t	9.9125t	08: 20
16	0.3685t	0.0	0.3685t	10.2810t	08: 35

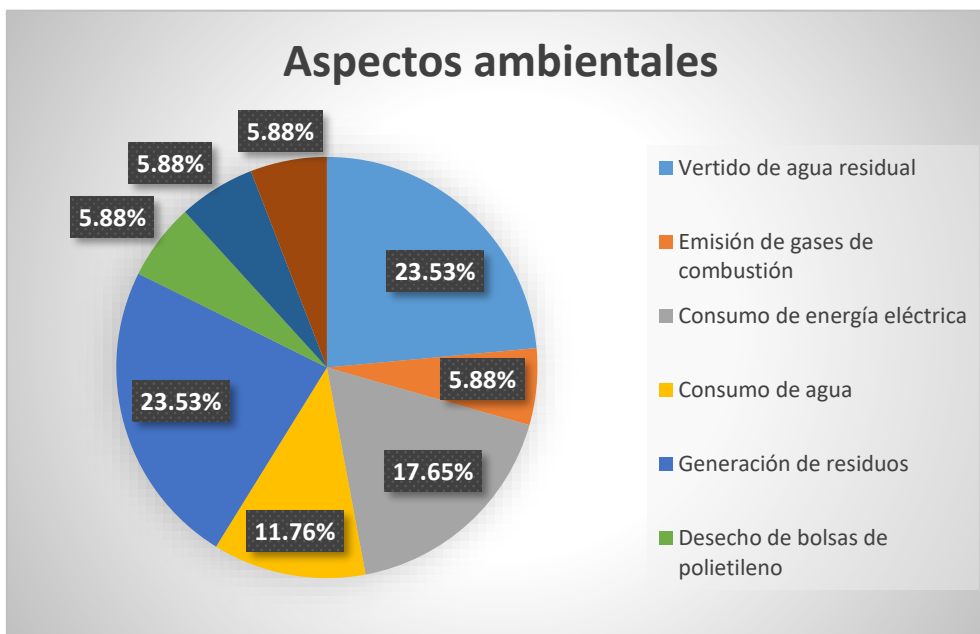
Total Recibido: 10.2810 t
 Batch Recibido: 16
 Numero de Reporte de Pesaje: 249-2021
 Tipo Transporte: Camara Isoterica
 Placa: M2X-857
 Fecha de Final: 21/09/2021
 Hora de Final: 08:36
 Cuenta WZero: 25530
 Cuenta WSpan: 319631
 Cuenta WVal: 800.0
 Coef. Calibra: 367.6263

Embarcaciones Asociadas:
 Matricula: PT-22525-BH
 Embarcacion: E/P DON TEODORO II

Anexo 7 Razones de los valores de proximidad

1	Flujo de materiales
2	Contacto personal
3	Utilizar mismo equipo
4	Grado de intercomunicación
5	Supervisión o control
6	Compartir personal
7	Contaminación del producto final

Anexo 8 Diagrama estadístico circular de aspectos ambientales



Anexo 9 Cálculos del balance de materia del proceso de congelado de pota en "Geomar Products J&M SAC"

Recepción	<p align="center">Balance total A=B B= 25 070 kg de pota</p>	Pesado	<p align="center">Balance total B=C C= 25 070 kg de pota</p>
	<p align="center">Balance parcial de humedad de la pota A*Xa=B*Xb 25 070 * 0,8110= 25 070 * Xb Xb=(25 070 * 0,8110)/25 070 = 81,10%</p>		<p align="center">Balance parcial de humedad de la pota B*Xb=C*Xc 25 070 * 0,8110= 25 070 * Xc Xc=(25 070 * 0,8110)/25 070 = 81,10%</p>
	<p align="center">Balance parcial de sólidos totales de la pota A*Ya=B*Yb 25 070 * 0,189= 25 070 * Yb Yb=(25 070 * 0,189)/25 070 = 18,90%</p>		<p align="center">Balance parcial de sólidos totales de la pota B*Yb=C*Yc 25 070 * 0,189= 25 070 * Yc Yc=(25 070 * 0,189)/25 070 = 18,90%</p>
Clasificado	<p align="center">Balance total C=D+E 25 070 kg = 10% *C+E 25 070 kg = 2507 kg+E E=22 563 kg</p>	Primer lavado	<p align="center">Balance de agua que sale G=F+1%*E G=8750 kg+1%*22 563 kg G=8 975,63 kg= 8 975,63 l</p>
	<p align="center">Balance parcial de humedad de la pota C*Xc=D*Xd+E*Xe 25 070 * 0,8110= 2 507*0,8110+ 22 563 Xe 20 331,77=2 033,177 + 22 563 Xe Xe=(20331,77-2033,177)/22 563 = 81,10%</p>		<p align="center">Balance total E+F=G+H 22 563 kg+ 8750 kg=8 975,63 kg+ H H=22 337,37 kg</p> <p align="center">Balance parcial de sólidos totales de la pota E*Ye=H*Yh 22 563 * 0,189= 22 337,37 *Yh Yh=(4 264,41)/22 337,37 = 18,90%</p>
	<p align="center">Balance parcial de sólidos totales de la pota C*Yc=D*Yd+E*Ye 25 070 * 0,189= 2 507 *0,189+ 22 563*Ye Ye= (4 738,23 - 473,82)/22 563 = 18,90%</p>		<p align="center">Balance parcial de humedad de la pota E*Xe=H*Xh 22 563 * 0,8110= 22 337,37 *Xh Xh=(18 298,593)/22 337,37 = 81,10%</p>
Fileteo/corte/ eviscerado	<p align="center">Balance de residuos que salen H+I=J+K+M 22 337,37 kg + 222 kg= I+ 0,1%*H +K+82%*H 22 559,37=222+0,1%*22 337,37+K+ 82%*22 337,37 22 559,37=222+22,34+K+18 316,64 K=3 998,39</p>	Segundo lavado	<p align="center">Balance total M+N=Ñ+L+X 18 316,64 kg +5 000 kg=5 183,17 + L+1 831,66 23 316,64 kg=6 831,83 kg+L L=16 301,81 kg</p>
	<p align="center">Balance de agua que sale J= I+ 0,1%*H J=222 kg+0,1%*22 337,37 kg J=244,34 kg= 244,34 l</p>		<p align="center">Balance de residuos que salen X=10%*M X=10%*18 316,64 kg X=1 831,66 kg</p>
	<p align="center">Balance total H+I=J+K+M 22 337,37 kg + 222 kg= 244,34 kg+3 998,39+ M 22 559,37=4 242,73 +M M=18 316,64 kg</p>		<p align="center">Balance de agua que sale Ñ=N+1%*M Ñ=5000 kg+1%*18 316,64 kg Ñ=5 183,17 kg= 5 183,17 l</p>

Anexo 10 Cálculos del balance de materia del proceso de congelado de pota en "Geomar Products J&M SAC"

Pesado	<p align="center"><u>Balance total</u> L=O O= 16 301,81 kg</p>	Codificado	<p align="center"><u>Balance total</u> O=P P= 16 301,81 kg</p>
Lavado refrigerado	<p align="center"><u>Balance de agua que sale</u> R= Q+ 1%*P R=22 269, 22 kg+1%*16 301,81 kg R=22 432,24 l</p>	Envasado	<p align="center"><u>Balance total</u> S=T T= 16 138,79 kg</p>
	<p align="center"><u>Balance total</u> P+Q=R+S 16 301,81 kg+ 22 269, 22 kg= 22 432,24 kg +S 16 301,81 kg + 22 269, 22 kg= 22 432,24 kg +S S=16 138,79 kg</p>		
Congelado	<p align="center"><u>Balance total</u> U=V V= 16 138,79 kg de pota</p>	Empacado/etiquetado	<p align="center"><u>Balance total</u> V=W W= 16 138,79 kg de pota</p>

Anexo 11 Matriz de Leopold para el proceso de congelado de pota

ACCIONES DEL PROCESO DE CONGELADO DE POTAS EN LA EMPRESA "GEOMAR PRODUCTS J&M SAC"				Descarga de materia prima		Preparación											Comercialización	Promedios positivos	Promedios negativos	Impacto por subcomponente			
				Desembarque de la	Pesado I	Clasificado o e	Primer lavado	Eviscerado	Fileteado	Corte	Segundo lavado	Pesado	Codificado	Lavado refrigerado	Envasado	Congelado	Almacenado				Empacado	Almacenado	Embarque
Factores Ambientales	Medio físico	Aire	Calidad del aire	-8 2															-5 7	0	3	-83	
			Ruido	-8 2																-5 7	0	3	-83
		Agua superficial	Calidad del agua	-1 2			-6 6	-7 7			-6 7										0	5	-171
		Suelo	Calidad del suelo	-1 2			-6 3	-7 3			-6 5									-1 7	0	6	-108
	Medio biológico	Ecosistemas	Ecosistema terrestre				-6 4	-6 3			-6 3										0	5	-104
			Ecosistema marino				-6 4	-6 5			-7 5										0	5	-130
		Fauna terrestre	Aves																		0	0	0
	Medio Social	Social	Economía	9 6																9 7	2	0	117
			Demografía																		0	0	0
			Salud	-5 3			-4 3	-3 2			-4 3				-3 2			-2 3		-5 7	0	8	-96
			Territorio y recursos naturales		-3 2		-3 2				-3 6	-4			-3 2			-4 3				0	7
	Promedios positivos				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
Promedios negativos				5	1	0	6	5	0	0	6	1	0	6	2	4	0	0	2	4			
Promedios aritméticos				3	-6	0	-120	-124	0	0	-143	-24	0	-143	-26	-80	0	0	-12	-49			-724

Anexo 12 Factores a medir para la propuesta de implementación de estrategias de PML

A	Costo bajo de implementación
B	Generar ingresos
C	Facilidad de implementación
D	No es perjudicial para la calidad del producto
E	Reducción de la responsabilidad y costos de seguros

Anexo 13 Factores ponderados para la evaluación de las estrategias de PML

Factores	A	B	C	D	E	Puntaje	%
A	--	0	1	1	1	3	25.00%
B	0	--	0	1	0	1	8.33%
C	1	0	--	1	0	2	16.67%
D	1	0	1	--	1	3	25.00%
E	1	0	1	1	--	3	25.00%
Total						12	100%

Anexo 14 Ficha técnica de hidrolavadora

Ficha técnica de hidrolavadora	
Características	Hidrolavadora de alta presión, descarga de presión automática cable con protección de sobrecarga motor con bobinas de cobre 100%, categoría de protección IPX5, antiestático, ideal para el lavado de cualquier tipo de superficies.
Marca	Ubermann
Material	Plástico
Temperatura de entrada máxima	40 °C
Dimensiones	31 x 35 x 57 cm
Caudal máximo (Se puede regular)	510 l/h
Potencia	2 800 W / 3,75 Hp
Presión	180 bar
Voltaje	220 V
Precio	S/. 1 599,90




Anexo 15 Datos del coagulante inorgánico sulfato férrico

Coagulante	Sulfato Férrico
Presentación	Polvo amarillento
Concentración	10%=100 g/l
Dosis óptima	1 400 ppm




Anexo 16 Datos del coagulante orgánico polímero BC-5 218

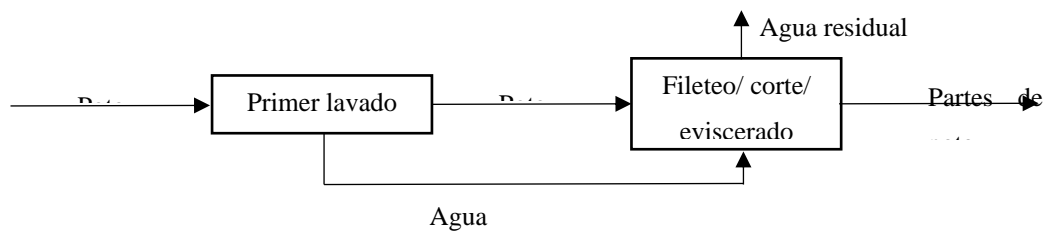
Coagulante	Polímero BC-5218
Presentación	Líquido viscoso

Concentración	1%=10g/l	
Dosis óptima	158 ppm	

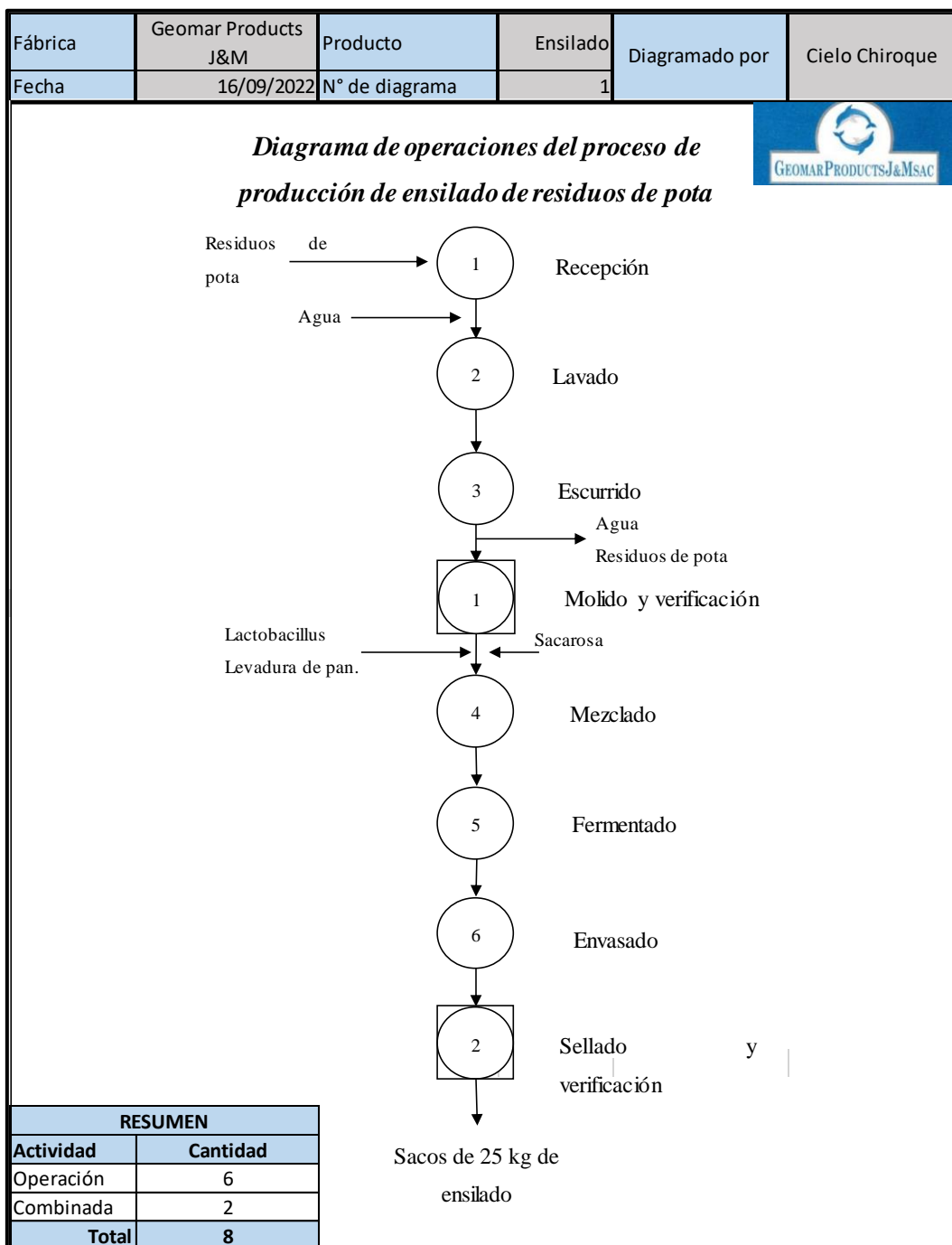
Anexo 17 Datos del floculante polímero 8 320

Floculante	Polímero aniónico 8320	
Presentación	Polvo blanco	
Concentración	0,1%=1 g/l	
Dosis óptima	15 ppm	


Anexo 18 Entradas y salidas de las operaciones de congelado de pota




Anexo 19 Diagrama de operaciones del proceso de ensilado de residuos de pota




Anexo 20 Ficha técnica del tanque de lavado y escurrido

Ficha técnica del tanque de lavado y escurrido		
Descripción	Producto utilizado para el lavado de frutas, vísceras, entre otros. Cuenta con una válvula de entrada de agua y una válvula de desagüe que facilita la limpieza y permite la eliminación de residuos	
Marca	Zingal	
Material	Acero inoxidable tipo 304 cal. 18.	
Dimensiones	150 x 70 x 80 cm	
Capacidad	300-500 kg.	
Precio	S/. 3 640,11	

Anexo 21 Ficha técnica del molino de martillos


Ficha técnica del molino de martillos		
Descripción	Producto utilizado para la molienda eficiente de productos diversos.	
Marca	Maquiagro del Perú	
Número de martillos	90	
Dimensiones	2,92 x 1,93 x 2,31 m	
Velocidad de trabajo del rotor	3 200 rpm	
Potencia requerida	30 hp	
Peso	415 kg	
Rendimiento aproximado	3 t/h	
Precio	S/. 8 840	

Anexo 22 Ficha técnica de los cilindros de polietileno


Ficha técnica de los cilindros de polietileno		
Descripción	Ideales para la industria alimentaria y farmacéutica. Son apropiados para el envasado, procesamiento, almacenamiento y transporte de productos sólidos, pastas, pulpas y mezclas sólido – líquidas. Preservan características de sus contenidos y cumplen con exigencias de inocuidad del mercado internacional.	
Marca	Uniplast	
Capacidad neta	230 l	
Dimensiones	0,59 x 0,95 m	
Peso	10 kg	
Precio	S/. 205	

Anexo 23 Ficha técnica de la pala de acero inoxidable

Ficha técnica de la pala de acero inoxidable		
Descripción	Esta pala de acero inoxidable es ideal para mezclar, diseñada con un extremo ancho, facilita la mezcla a fondo mientras que su mango largo le permite mantener, con las dos manos para un mejor control.	

	Gracias a su construcción en acero inoxidable, esta paleta de mezclado resistente a la corrosión es fácil de limpiar.	
Marca	Update	
Material	Acero inoxidable	
Dimensiones	1,21 x 0,175 x 0,025 m	
Precio	S/. 48,5	

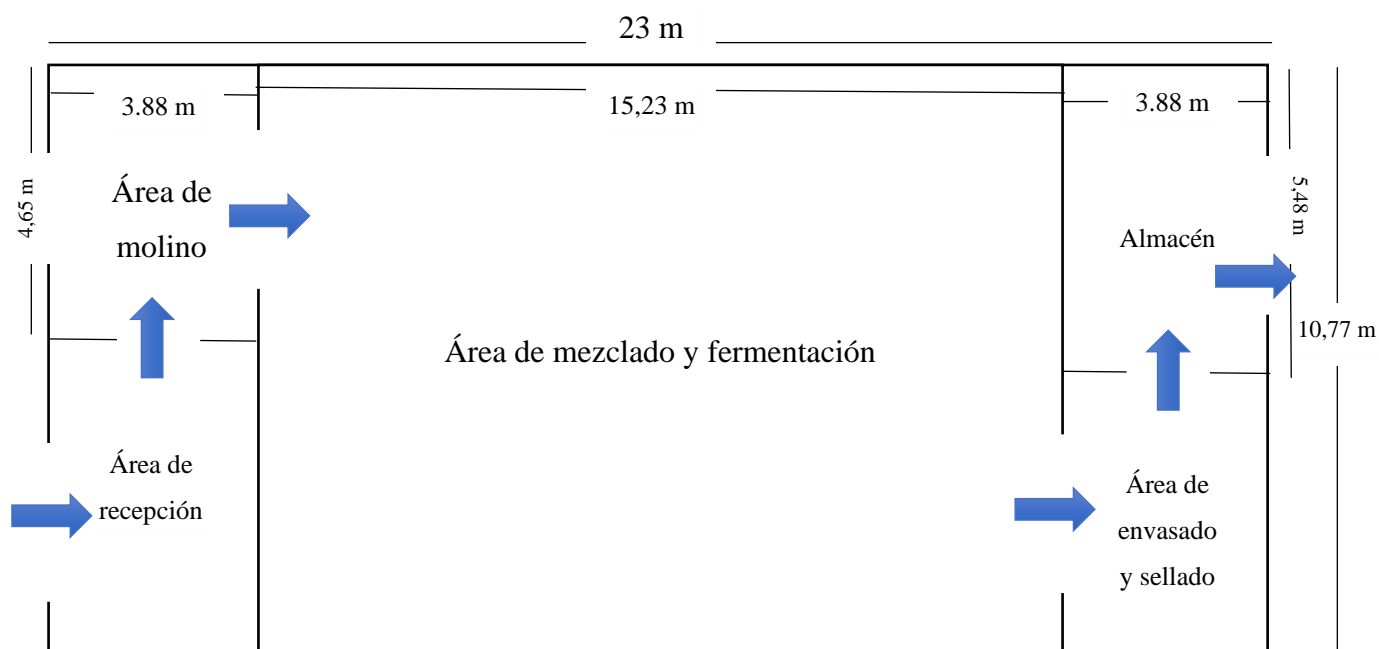
Anexo 24 Máquina de embalaje modelo TH-BZJ-50

Ficha técnica de la máquina de embalaje		
Descripción	Máquina embolsadora de sacos de 10-50 kg.	
Potencia	1,1 kW	
Velocidad de embalaje	5-6 bolsas/min.	
Capacidad de llenado	10-50 kg	
Dimensiones	1,3 x 1 x 1,9 m	
Peso	260 kg	
Precio	S/. 12 297,62	

Anexo 25 Matriz diagonal del SLP

Recepción, lavado y escurrido	A						
Molido y verificación	1,2,6,4	U					
Mezclado	A		U				
Fermentado	1,2,	O		XX			
	A		X	7	XX		
Fermentado	1,3,6,4	XX	7	U	7	XX	
	A	7	U		U	7	
Envasado	1	I		U			
	A	4,6	I				
Sellado y verificación	1,,3	I	4,6				
	A	4,6					
Almacenamiento	1,5,6						

Anexo 26 Esquema de la distribución de áreas en la planta para la producción de ensilado



Anexo 27 Costo unitario por un saco de ensilado

	Unidad	Índice de consumo	Valor x kg	Monto por unidad
Agua	l	1,55	1,7	1,64
Residuos de pescado	Kg	25	-	--
Lactobacillus	Kg	1,033	3,83	3,96
Levadura de pan	Kg	0,31	25	7,75
Sacarosa	Kg	0,51	8,65	4,41
Sacos de 25 kg	Unidad	1	0,50	0,5
Hilo	Unidad	0,03	8,00	0,24
TOTAL				18,50

Anexo 28 Precio de las principales empresas comercializadoras de ensilado

Marca	Precio/ kg
EMbioterra	1,30
Asociación de Arequipa	1,40
Asociación de Piura	1,40
Corporación pesquera Inca SAC	1,20
Envasadora Polaris SAC	1,20

Anexo 29 Gastos administrativos y ventas

Descripción	Cantidad total	Gasto unitario (S/.)	Gasto total (S/.)
Listas de Asistencia a las Capacitaciones	120	S/.0,30	S/.36,00
Tripticos de información	120	S/.0,50	S/.60,00
Lapiceros	120	S/.0,50	S/.60,00
Sillas	20	S/.24,00	S/.480,00
Proyector	1	S/.1 500,00	S/.1 500,00

Laptop	1	S/.2 500,00	S/.2 500,00
Tinta de impresora	2	S/.40,00	S/.80,00
Impresora	1	S/.300,00	S/.300,00
Luz	1	S/.1 200,00	S/.1 200,00
TOTAL			S/.6 216,00

Anexo 30 Beneficio de las propuestas

		Beneficio Anual
PROPUESTA	Capacitaciones	S/.52 675,78
	Hidrolavadoras	S/.2 606,76
	Reutilizar el agua	S/.63 231,48
	Producción de ensilado	S/.1 566 550,91
TOTAL		S/.1 685 064,92

Anexo 31 Estado de resultados

Año	0	1	2	3
Ingresos		S/1 685 064,92	S/1 685 064,92	S/1 685 064,92
Costos operativos		S/1 379 990,40	S/1 379 990,40	S/1 379 990,40
Depreciación		S/7 005,66	S/7 005,66	S/7 005,66
GAV		S/6 216,00	S/6 216,00	S/6 216,00
Utilidad antes de impuestos		S/291 852,87	S/291 852,87	S/291 852,87
Impuestos (29,5%)		S/86 096,60	S/86 096,60	S/86 096,60
Utilidad después de impuestos		S/205 756,27	S/205 756,27	S/205 756,27

Anexo 32 Flujo de caja

Año	0	1	2	3
Utilidad después de impuestos		S/205 756,27	S/205 756,27	S/205 756,27
Depreciación		S/7 005,66	S/7 005,66	S/7 005,66
Inversión	S/204 304,47	S/212 761,93	S/212 761,93	S/212 761,93

Anexo 33 Flujo Neto Efectivo

Año	0	1	2	3
FNE	-S/204,304.47	S/212,761.93	S/212,761.93	S/212,761.93

Anexo 34 Matriz de Leopold del proceso de congelado de pota en la empresa "GEOMAR PRODUCTS J&M SAC" con la implementación de las propuestas

ACCIONES DEL PROCESO DE CONGELADO DE POTA EN LA EMPRESA "GEOMAR PRODUCTS J&M SAC"				Descarga de materia prima		Preparación											Comercialización	Promedios positivos	Promedios negativos	Impacto por subcomponente					
				Desembarque de la	Pesado I	Clasificado o e	Primer lavado	Eviscerado	Fileteo	Corte	Segundo lavado	Pesado	Codificado	Lavado refrigerado	Envasado	Congelado	Almacenado				Empacado	Almacenado	Embarque		
Factores Ambientales	Medio físico	Aire	Calidad del aire	-8 2															-5 7	0	3	-83			
			Ruido	-8 2																-5 7	0	3	-83		
		Agua superficial	Calidad del agua	-1 2			0 6	0 7													0	3	-16		
		Suelo	Calidad del suelo	-1 2			0 3	0 3													-1 7	0	4	-69	
	Medio biológico	Ecosistemas	Ecosistema terrestre				0 4	0 3													0	3	-62		
			Ecosistema marino				0 4	0 5													0	3	-16		
		Fauna terrestre	Aves																		0	0	0		
	Medio Social	Social	Economía	9 6																	9 7	2	0	117	
			Demografía																			0	0	0	
			Salud	-5 3			-4 3	0 2														-5 7	0	7	-88
			Territorio y recursos naturales		-3 2		0 2															0	6	-60	
	Promedios positivos				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
Promedios negativos				5	1	0	1	0	0	0	6	1	0	6	2	4	0	0	2	4					
Promedios aritméticos				3	-6	0	-12	0	0	0	-78	-24	0	-78	-26	-80	0	0	-12	-49			-362		

Estrategia: Capacitaciones e implementación de lavadoras

Disminuir el 52,8% de consumo de agua y 15% de residuos.

Etapas: Todas las etapas

44 193,38 l de efluentes=8

34 117,29 l de efluentes=6

Estrategia: Reutilizar el agua del primer lavado para el lavado de cuchillos en la etapa de fileteo/corte/eviscerado.

Reducir al 100% el consumo de agua en la etapa de fileteo/corte y eviscerado

222 l

Etapas: Fileteo/corte y eviscerado

Estrategia: Producción de ensilado

Aprovechamiento del 95% de residuos

Etapas: Fileteo/corte y eviscerado

Residuos de paja después de la propuesta: 250,112=1

Residuos de paja generados: 5 002,248 kg=6