



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMBUSTIBLES DIÉSEL Y GLP PARA LA
GENERACIÓN DE VAPOR MEDIANTE COSTO OPERATIVO EN UNA PLANTA
PRODUCTORA DE ALIMENTO BALANCEADO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial

AUTORES:

Darwin Javier Saa Zambrano

Francisco Daniel Valero Pérez

TUTOR: Ing. Armando Fabrizzio López Vargas PhD.

Guayaquil-Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Darwin Javier Saa Zambrano** con documento de identificación N° 0919689547 y **Francisco Daniel Valero Pérez** con documento de identificación N° 0927566901; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 17 de febrero del año 2024

Atentamente,



Darwin Javier Saa Zambrano
0919689547



Francisco Daniel Valero Pérez
0927566901


**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Darwin Javier Saa Zambrano** con documento de identificación No. 0919689547 y **Francisco Daniel Valero Pérez** con documento de identificación No. 0927566901 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “**Análisis comparativo de combustibles diésel y glp para la generación de vapor mediante costo operativo en una planta productora de alimento balanceado**” el cual ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingeniero Industrial**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de febrero del año 2024

Atentamente,



Darwin Javier Saa Zambrano
0919689547



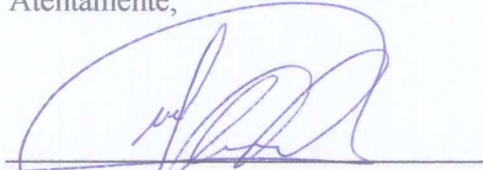
Francisco Daniel Valero Pérez
0927566901

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Armando Fabrizzio López Vargas** con documento de identificación N° 0912034790, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMBUSTIBLES DIÉSEL Y GLP PARA LA GENERACIÓN DE VAPOR MEDIANTE COSTO OPERATIVO EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE ALIMENTO BALANCEADO**, realizado por **Darwin Javier Saa Zambrano** con documento de identificación N° 0919689547 y por **Francisco Daniel Valero Pérez** con documento de identificación N° 0927566901, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Armando Fabrizzio López Vargas PhD.
0912034790

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMBUSTIBLES DIÉSEL Y GLP PARA LA GENERACIÓN DE VAPOR MEDIANTE COSTO OPERATIVO EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE ALIMENTO BALANCEADO

Saa Zambrano Darwin Javier y Valero Pérez Francisco Daniel
sdarwiin@est.ups.edu.ec, fvalerop@est.ups.edu.ec
Universidad Politécnica Salesiana

RESUMEN

Al realizar el análisis comparativo de combustibles diésel y GLP para la generación de vapor mediante costo operativo en una planta productora de alimento balanceado por medio de la metodología descriptiva observacional en donde se inicia determinando el precio actual de los combustibles objetos de estudio, propiedades, composición química, eficiencia en calderas que son las máquinas generadoras de vapor, beneficios de utilización del diésel y GLP reducción de energía con respecto a su utilización, reducción de emisiones de CO₂ y con información cuantificable por medio del tratamiento de información proveniente de la industria de balanceado, información de Cantidad de vapor(m³) producida por la utilización de diésel y glp según toneladas producidas, así como sus costos operativos. Se presenta un análisis de los costos de producción de balanceado con respecto a la generación de vapor y costos de Mantenimiento de los últimos doce meses de producción determinando que la utilización del combustible GLP es la mejor opción para las calderas de la Industria de Balanceado.

Palabras claves: diésel o gasóleo, gas licuado de petróleo, calderas generadoras de vapor, extrusión en industria de balanceados, análisis de combustibles

ABSTRACT

By performing the comparative analysis of diesel and LPG fuels for steam generation through operating cost in a feed production plant by means of the observational descriptive methodology where it begins by determining the current price of the fuels under study, properties, chemical composition, efficiency in boilers that are the steam generating machines, benefits of using diesel and LPG, energy reduction with respect to its use, reduction of CO₂ emissions and with quantifiable information through the treatment of information coming from the balancing industry, information of steam quantity (m³) produced by the use of diesel and LPG according to tons produced, as well as its operative costs. An analysis of the production costs of balancing with respect to steam generation and maintenance costs of the last twelve months of production is presented, determining that the use of LPG fuel is the best option for the boilers of the Balancing Industry.

Key words: diesel or gasoil, liquefied petroleum gas, steam generating boilers, extrusion in the animal feed industry, fuel analysis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
I INTRODUCCIÓN	1
II FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
III JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	4
V ESTADO DEL ARTE	4
VI METODOLOGÍA APLICADA	5
a) Descripción del proceso de extrusión en la industria de balanceado	7
b) Adición de vapor a una Extrusora de Alimentos	9
c) Tipos de Diésel	9
d). Eficiencia y composición química de diésel	10
e) Eficiencia y composición del GLP	10
f) Descripción de la situación actual de las calderas que opera la empresa	12
g)Análisis de Cantidad de Vapor Generado con la utilización de combustibles de Diésel y GLP	15
i) Análisis del costo operativo de la producción de balanceado	17
VII RESULTADOS	18
VIII ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	20
VIII CONCLUSIONES	21
REFERENCIAS	22

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas alimenticias utilizan en sus plantas productivas maquinarias que se le suministran vapor para los procesos; las calderas son las encargadas de la generación del vapor, estas máquinas son indispensables en la fabricación de los diferentes productos que crea la industria y el elemento que permite la producción de energía a estas grandes maquinarias es el combustible el cual se consume en grandes cantidades y por su uso a lo largo del proceso de combustión emite gases tóxicos al medio ambiente; en algunos casos por problemas que presentan las maquinarias generan un mayor consumo de energía el cual se ve reflejado en los costos operativos de industrias que utilizan los combustibles fósiles.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) “los combustibles fósiles comprenden el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial y el sistema energético es la fuente de aproximadamente dos tercios de las emisiones globales de CO₂” [1] El diésel genera energía térmica utilizada en las calderas y su utilización permite un bajo consumo con referencia a los demás combustibles. En el presente estudio se determinó se manifiesta la necesidad para las industrias de realizar un análisis comparativo de costos operativos entre la mejor opción de combustible por lo que se debe tener en claro los orígenes de donde provienen, sus propiedades, la utilización en los motores de las

calderas, determinar su eficiencia, conocer sus ventajas así como sus desventajas de utilización frente a otros combustibles, determinando la cantidad de vapor que genera en conjunto a sus costos operativos de producción en el caso del diésel o gasóleo y el GLP que es el gas licuado de petróleo.

El diésel o gasóleo se extrae de un proceso de destilación del petróleo y para ello extrae se utiliza una “torre de crakeo, donde se introduce el petróleo crudo y se calienta, el vapor se condensa y el residuo se utiliza para grasas, aceites pesados y fibras textiles” [2]

Las características principales del diésel es que tiene un color amarillo, olor a petróleo, insoluble en agua utilizado comúnmente en las calderas y hornos en las industrias “el diésel es un hidrocarburo líquido compuesto por parafinas, creado en base a diversos procesos. Es conocido por ser utilizado como combustible para motores diésel y calefacción” [3]

Por otro lado, el GLP(Gas licuado de Petróleo) conocido como combustible verde puede provenir tanto de la refinación del petróleo y del procesamiento del gas natural el mismo que se obtiene entre la mezcla de los hidrocarburos el propano, el butano y otros elementos, este combustible de energía limpia, tiene diferentes usos y es comúnmente utilizado en los hogares de las personas.

El GLP es incoloro e inodoro. Se le añade un agente fuertemente “odorizante” para detectar con facilidad cualquier fuga. En condiciones normales

de temperatura, el GLP es un gas. Cuando se somete a presiones moderadas o se enfría, se transforma en líquido. En estado líquido, se transporta y almacena con facilidad. Una vez enfriado o presurizado, el GLP suele almacenarse en contenedores de acero o aluminio. [4]

Después de definir las variables de estudio se debe partir a la búsqueda de información comenzando por obtener el precio actual de los combustibles se toma como referencia los valores internacionales y locales presentados por la Comisión Económica para América Latina CEPAL de las Naciones Unidas y como parte de las funciones de la “División de Recursos Naturales (DRN) de la CEPAL pone a disposición información sobre precios de los combustibles, que incluyen estadísticas sobre gasolina corriente y premium, diésel, fuel oil, kerosene y gas licuado del petróleo (GLP)” [5]

Con respecto a un análisis comparativo en costos operativos se tomará información de una empresa productora de balanceado que utiliza los combustibles diésel y GLP para el secado a vapor y gas en los procesos de peletizado (granulado) y extrusión.

En la empresa industrializadora de balanceado se requiere del diésel para la generación de vapor para poder fabricar el alimento, esto genera un alto costo de producción ya que implica la utilización del gasóleo y se debe tener presente la contaminación que genera su utilización. Por

otra parte, la empresa realizó la adquisición de una segunda caldera a gas la cual también ha operado en el año periodo del 2023 reflejando sus costos de altos de consumo para la empresa.

Actualmente en la industria de balanceado ha incursionado en el uso de GLP directamente en el proceso. Sin embargo, la compañía tiene que decidir entre migrar a GLP o mantenerse con el diésel para generación del vapor, el cual produce contaminación al quemarse. Asimismo, se encuentra indecisa por el alto costo que tiene el cambio de un equipo a otro. Es decir, migrar todas las líneas de producción a GLP o mantener la línea que actualmente se tiene a base de diésel.

II FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En este presente artículo se plantea la siguiente interrogante para poder establecer objetivos claros y factibles en su cumplimiento y determinar :

¿ Como un análisis comparativo de los costos operativos en la utilización de diésel y gas licuado de petróleo pueda servir a la toma de decisión en la migración de combustibles para las máquinas generadoras de vapor que participan en los procesos de una empresa industrializadora de balanceado?

Para contestar esta interrogante se realizó la evaluación de precios y se tomó información de la CEPAL para analizar la tendencia de utilización de diésel y GLP de acuerdo a sus precios desde el año 2014-2023, y con respecto al análisis de los costos operativos se tomó información del consumo de

combustibles y cantidades de vapor producido en la empresa industrializadoras de balanceados, cantidad en toneladas de producto y costos de los combustibles.

III JUSTIFICACIÓN

Para el presente artículo científico se establece la importancia de determinar los costos operativos en el proceso de producción de balanceado de camarón respondiendo a las preguntas siguientes ¿ Cuánto vapor generan las calderas para la producción de balanceados en sus líneas de extrusión y peletizado en la utilización de las diferentes maquinarias como son las secadoras las que acondicionan con vapor la materia prima extruida y obtener un producto de calidad y ¿cuánto le cuesta a la empresa la utilización de los dos combustibles diésel y GLP basando los estudios en los últimos doce meses de producción del año 2023?

Además, se justifica el estudio por la determinación de los costos operativos en la producción con respecto a las toneladas de producto balanceado para camarones producidos en planta para comparar la información con los costos operativos en la generación de vapor mencionado anteriormente.

En el desarrollo de la metodología se determinará los costos de operación con respecto a la utilización de combustibles como es el diésel y el gas licuado de petróleo en los procesos productivos de una empresa de balanceados para el sector acuícola, teniendo en cuenta las propiedades, y funcionamiento,

eficiencia en los motores industriales de las calderas generadoras de vapor necesarios para los procesos de extrusión, así como también el uso del Gas licuado de Petróleo GLP en las secadoras industriales que tiene la empresa

En el desarrollo de las actividades de la empresa se emplea máquinas como peletizadoras, máquinas extrusoras entre otras que necesita el vapor para los procesos, es donde se justifica la importancia en determinar el tipo de combustible favorable para las maquinarias en cuanto a costos y menor impacto ambiental y poder determinar cuál es la mejor opción para el proceso productivo de este sector industrial alimenticio en el cual se desarrolla la empresa objeto de estudio.

Mediante el estudio de este artículo se evidenciará el beneficio para las empresas industrializadoras que operen sus actividades con la utilización de maquinarias que generen vapor en sus procesos, por ello se analiza, se compara la utilización de estos dos tipos de combustibles.

Este estudio podrá ser un origen de partida de la mejora en la producción permitiendo una buena toma de decisión por parte de la gestión empresarial de la industria con respecto al consumo de diésel y GLP permitiendo aumente la productividad, disminuya costos y mejore el control de los costos operativos con respecto al consumo de combustibles y energía.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

-Realizar un análisis comparativo de combustibles diésel y GLP para la generación de vapor mediante costo operativo en una planta productora de alimento balanceado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Realizar un análisis de costo operativo en la producción de vapor de una caldera de una planta productora de alimento balanceado utilizando como combustible diésel y GLP

-Realizar un análisis de costo operativo en la producción de alimento balanceado para camarón de la planta generadora de vapor como es el combustible diésel y GLP

-Realizar un análisis de costo operativo al realizar el mantenimiento en la planta generadora de vapor

V ESTADO DEL ARTE

Para el estado del arte se procede a revisar la fundamentación teórica esencial como base de este estudio.

Según (Estrada (2014) citado por Bautista & Sotos (2018) diseñó para una empresa ADSA:

un sistema para reemplazar un quemador diésel por uno de gas GLP para una caldera de 600BHP en la empresa ADSA (Guatemala). Se realizó una tabla comparativa de quemadores

equivalentes, una tabla comparativa de combustión obteniendo como resultado que la proporción de poder calorífico por galón, entre el diésel y el gas LP es de 1,5 veces, además el consumo mensual de diésel y consumo proyectado de gas LP, teniendo como resultado para el diésel 1791,16 galones y para el gas LP 2686,74 galones. Se concluyó que el costo beneficio al reemplazar el quemador diésel, por uno de gas GLP. [6]

Así mismo el autor Escobar (2015) citado por Bautista& Sotos(2018) sobre el analisis comparativo de una maquinaria en operaciones de.

una caldera pirotubular utilizando gas licuado de petróleo en sustitución del Diesel y su impacto sobre el medio ambiente (Guatemala), para lo cual siguió un proceso para calcular la eficiencia empezando con la determinación, lo más preciso posible, de la cantidad de energía que entra al proceso. Para esto es necesario conocer cuánto combustible se está quemando y su poder calorífico (PCB), es decir, cuántos joule se suministran por cada kilogramo o metro cubico de combustible, concluyendo que las condiciones en la caldera no fueron ideales debido a las pérdidas de calor y purgas. Al haber irreversibilidades se redujo la generación de vapor de agua

teniendo como resultado una eficiencia termina de 83% con el Diésel y 87% con el GLP. [6]

Según el trabajo de Martínez (2018) denominado “Tecnología Moderna de la Elaboración de Alimentos Balanceados para animales en donde una de las problemáticas era equipar una planta con maquinarias con motores a Diesel por economía y continuar sus operaciones . Según el estudio la planta industrializadora de balanceado tiene:

una capacidad de procesamiento de 1500 TMPM, en la prensa peletizadora y 150 TMPM en la extrusora. Para aumentar la productividad, bajar costos, satisfacer el aumento de pedidos de los clientes y mejorar en tecnología; la empresa decidió ampliar la planta a 2500 TMPM en la peletizadora y a 250 TMPM en el extrusor. La planta utiliza combustible Diesel 2 y R-500 para el desarrollo de sus actividades. [7]

VI METODOLOGÍA APLICADA

Para el desarrollo del presente estudio se siguió una metodología de tipo descriptiva observacional aplicada al campo con enfoque cualitativo y cuantitativo. En base a los datos obtenidos proporcionados por la industria se le da el tratamiento a la información de los costos operativos, así como la generación de vapor utilizado en los procesos y el costo de mantenimiento anual de las calderas que se encuentran funcionando en la planta de producción de balanceado.

El diseño de investigación permitirá responder a la pregunta central o formulación del problema. Siendo un artículo académico en donde se aplica la metodología observacional y su limitación es observar, medir y posteriormente analizar las variables para obtener resultados para una buena toma de decisión y por lo tanto se la aplica al campo industrial de empresas que utilizan calderas a motor diésel y GLP.

Para el respectivo análisis se obtuvo de técnicas de recolección de datos como la entrevista y encuesta siendo una fuente de información primaria los costos operativos de producción proporcionada por la empresa industrializadora de balanceado. Además, se utilizó fuentes secundarias para fundamentar teóricamente información relevante de estudios similares acerca de la utilización de los combustibles diésel y GLP en calderas generadoras de vapor con la finalidad de cumplir los objetivos planteados para resolver la problemática. La empresa industrial que procesa balanceados maneja procesos de peletizado y extrusión medio de la utilización de combustibles diésel y GLP y los motores utilizados en una de sus calderas generan energía térmica que contamina el ambiente y elevan costos de mantenimientos cuando fallan los equipos. En el presente documento se analizará información proporcionada por la industria de balanceado para determinar cuál de estos dos tipos de combustibles es más factible para utilizarse en el proceso, el fin del análisis

es optimizar recursos tanto energéticos como económicos y reducir emisiones de CO₂ perjudiciales para el medio ambiente.

Resultados Esperados de la metodología a aplicar

Al aplicar la metodología descriptiva observacional en el estudio del análisis comparativo de combustibles diésel y GLP para la generación de vapor mediante costos operativos de una planta productora de balanceado para camarón se utilizó el enfoque cualitativo para describir los requisitos necesarios para la toma de decisión de si migrar o no las maquinarias de la industria de balanceado de combustible diésel a GLP, esta descripción sirve de referencia para las industrias alimenticias que utilizan procesos de extrusión y peletizado en sus plantas industriales.

Y descriptivo con enfoque cuantitativo porque se presenta información cuantificable de precios de combustibles como el diésel en dólares por galón y GLP en dólares por Kilogramo, así como costos operativos del consumo de combustibles en la producción de balanceado y costos de mantenimiento de equipos; este resultado es necesarios para la toma de decisión sobre la utilización de un tipo de combustible en especial en las maquinarias.

Al realizar un análisis al sistema actual de alimentación de la caldera de la empresa de balanceado, se determinará tiempos operativos versus detenciones del quemador, comparando consumo de combustible utilizados en la

caldera diésel vs gas, así como la generación de emisión de CO₂ en los procesos, se realizará un cálculo de reducción de consumo energético en KWh.

Con respecto a las calderas, se establecerá tablas de registro de la operatividad de la máquina, datos tomados de la observación diaria del funcionamiento del sistema con la autorización de la empresa, analizando también guías mensuales de costos para evaluar el impacto económico en la generación de vapor para procesos ,esta información será presentada en histogramas. Se obtendrá resultados para una mejor toma decisión técnica y económica con respecto a la migración de las maquinarias de la empresa industrial de balanceado que actualmente están trabajando con combustible diésel a GLP, por medio de un análisis financiero se obtendrá la mejor opción comparando en precios y beneficios.

Desarrollo de la Metodología

1.- Identificar la actividad económica de la empresa

Como primer punto se determina cuál es el código industrial internacional uniforme (CIIU)de la empresa objeto de estudio. Según el Servicio de Rentas Internas SRI se menciona cual es la actividad económica que se desarrolla la empresa productora de balanceado. La compañía tiene por objeto dedicarse a la fabricación y comercialización de alimentos balanceados para camarones y en general para todas las especies bioacuáticas.

Tabla 1

Código CIU empresa Industrializadora de balanceado

CODIGO	Descripción
A03	Pesca y Agricultura
A0321.02	EXPLOTACIÓN DE CRIADEROS DE CAMARONES (CAMARONERAS), CRIADEROS DE LARVAS DE CAMARÓN (LABORATORIOS DE LARVAS DE CAMARÓN).

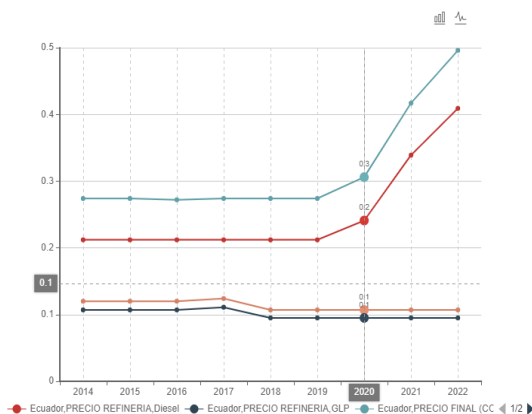
Nota : En la presente tabla se detalla el código CIU Fuente: [8] Adaptado por autor

2.- Determinación del precio de los dos combustibles y su tendencia en el mercado

Se determina la tendencia de precios de combustibles en procesos industriales. Según la Cepal la información que proporciona hasta el año 2022 como referencia de cálculos son precios de los combustibles, filtrando información de Ecuador sobre precios al consumidor y precios de refinería de ambos combustibles.

Fig. 1

Precios de Combustibles



Nota: -Diésel-dólares por galón GLP

Comparación en dólares por Kg GLP Fuente [5]

Según Global PetrolPrices.com en Ecuador el costo actual del Diesel es de :

- Litro 0.46
- Galón de 1.75 [9]

Según [Lojagas] el precio del gas licuado de petróleo se encuentra a :

Presentación 15KG: \$ 18.40.

Presentación 45KG: \$ 55.20 [10]

Al ya tener la información de los precios de combustible se enfoca la investigación a unas de las principales industrias que utilizan motores que generan vapor o energía térmica es los procesos productivos que es la industria alimentaria porque:

funcionan a través de sistemas con motores eléctricos, como bombas, compresores y sistemas de vapor, así como también de calentamiento, enfriamiento y refrigeración, por lo que el uso energético es elevado. Además, estos tienen exigencias y aplicaciones diferentes en función de los segmentos, como el cárnico, avícola, pescado, lácteos o productos de panadería.[11]

a) Descripción del proceso de extrusión en la industria de balanceado

Se tomó como objeto de estudio una compañía productora de alimentos de balanceado para camarón porque esta industria tiene una gran participación en los ingresos del país y “en la actual situación del mercado incrementar la eficiencia en la producción acuícola es imperativo” [12].

Siendo el camarón uno de los principales productos de exportación que aporta al PIB ecuatoriano y que es aceptado actualmente por muchos países del mundo teniendo gran acogida en el país asiático, las industrias productoras están invirtiendo en tecnologías nuevas para cubrir su demanda.

En la empresa objeto de estudio se obtiene un balanceado de calidad el cual se cuida los nutrientes del producto por tal motivo se crea un alimento extruido que tiene mayor digestibilidad. En el proceso de extrusión que utiliza la industria el alimento balanceado no solo se compacta, sino que también se cocina y para este proceso requiere mayores niveles de humedad, temperatura y presión necesitando máquinas en donde se requiere un alto coste de inversión inicial para su compra y alto coste de control de los procesos y mantenimientos. Este proceso de extrusión permite que las industrias creen diversos productos en donde no solo le cambian las texturas, sabores, y da pauta a la creación de subproductos, alimentos que contienen saborizantes en algunos casos y es de producción continua y constante de calidad. Siendo una técnica multifuncional que modifica el material, se considera una técnica “ de procesamiento de alimentos de alta temperatura y tiempo corto (HTST) que produce varios cambios en la forma, estructura y composición del ingrediente/producto por medio de la aplicación de energía térmica y mecánica”[13]

Con respecto al vapor que utilizan este procesos de extrusión y peletizado el consumo

de combustible es alto, inicialmente la empresa utilizaba diésel para la generación de vapor, lo cual genera una alta cantidad de gases tóxicos al ambiente que a largo plazo contribuye al deterioro de la capa de ozono siendo el diésel un combustible contaminante que contiene alta emisión de dióxido de nitrógeno que resultan de alta peligrosidad para la salud, provocando efecto invernadero por ese motivo decidió cambiar este combustible por GLP Gas Licuado de Petróleo a una de sus maquinarias, el cual es menos contaminante y representa un impacto económico mucho menor que el diésel.

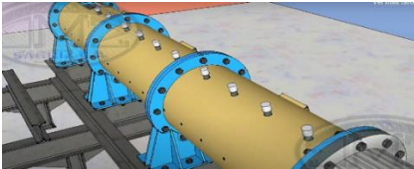
Las máquinas extrusoras de alimentos permiten“ la modificación de la funcionalidad tecnológica del ingrediente o alimento, desde su capacidad de retención de agua, solubilidad, texturización de proteínas o modificación de estructuras” [13] En la industria alimentaria procesadoras de balanceos apuestan por la adquisición de diferentes gamas de maquinarias extrusoras dando como resultado productos ligeros en este caso productos para el sector acuícola

Las maquinas utilizadas en el proceso de extrusión tienen diversos tamaños, formas y tienen diversos métodos de operar. Y su de clasificación general se podría dividirse en 3 grupos: de pistón (usos (polietileno, de rodillo (usos polímeros), de tornillo (mono husillo(industria alimenticia) y doble husillo(homogenización plásticos) Las utilizadas en la producción alimentarias es la de mono husillo por su fácil control de velocidad.

b) Adición de vapor a una Extrusora de Alimentos

Fig. 2

Imagen Parte superior de una extrusora de alimento ingreso del vapor



Nota: Adición de Vapor en Conexión con Caldera fuente : [14]

Las máquinas extrusoras trabajan en conjunto con una caldera en donde se genera vapor con la utilización de combustible. Se presenta la máquina extrusora donde se procesa el balanceado.

Fig. 3

Imagen de la Máquina extrusora productora de balanceado



Nota: Proceso de extrusión de Balanceado fuente: Imagen proporcionada por la empresa

Fig. 4

Balanceado de camarón producto extruido



Nota: Producto extruido balanceado de camarón fuente: imagen proporcionada por la empresa

3.- Tipo de diésel utilizado en industria de balanceado, composición del gasóleo diésel y composición de GLP

c) Tipos de Diésel

En las industrias se utiliza los motores a diésel o motores térmicos su combustión es interna el mismo que se realiza por la autoignición del diésel en temperaturas elevadas y alcanzan “una eficiencia termodinámica mucho mayor que los motores de gasolina, es decir, su alta temperatura permite que el combustible sea auto inflamable por lo que tiene una mejor compresión y mejor rendimiento” [15]. Se presenta los tipos de gasóleo:

Tabla 2

Tipos de Diesel

Tipo	Definición y uso
	Uso común :vehículos de motor diésel y se subdivide : gasóleo tipo A y nuevo Gasoleo
Gasóleo A o TIPO I:	Gasóleo tipo A el habitual: común vehículos automotrices.
	Nuevo Gasóleo: hidrocarburo de mayor calidad y refinamiento, llamado Gasóleo Premium o Diésel
Gasóleo BO TIPO II:	uso principal : área agrícola e industrial. Mayor poder calorífico que el gasóleo A
Gasóleo C O TIPO III:	poder calorífico es mayor por ser más refinado y limpieza, principal aplicación en calefacciones.

Nota: Se presenta los tipos de gasóleo para determinar cuál es el utilizado en la industria alimenticia Fuente: [15] Adaptado por autor

El combustible utilizado en las industrias es el diésel industrial tipo II se encuentra constituido de parafinas que genera más calor en los motores diésel, utilizado en fábricas, industrias alimenticias porque se

utiliza en diferentes generadores, motores a diésel, bombas, calderas entre otros.

d). Eficiencia y composición química de diésel

La composición del diésel permite que los motores sean más eficientes que los de gasolina porque tiene mayor densidad y mayor generación de energía, su composición química es “tres cuartas partes de hidrocarburos saturados y una cuarta parte de aromáticos (..)por lo que su precio no es tan elevado, así mismo un motor diésel también tiene un precio más bajo que otro tipo de motor” [15]

Tabla 3

Composición de GLP por unidad de masa de combustible

Componente del Diésel	Porcentaje %	Unidad
Carbono (C)	87.00%	Kg carbono/ Kg Combustible
Hidrógeno (H)	12.6 %	KG Hidrógeno /Kg Combustible
Oxígeno (O)	0.30 %	Kg Oxígeno /Kg Combustible
Azufre (S)	0.10 %	Kg Azufre / Kg combustible
Ceniza	0.10 %	Kg Ceniza / Kg Combustible
Total	100%	-

Nota: Componentes del diésel en porcentaje y unidad Fuente: [5] Adaptado por autor

e) Eficiencia y composición del GLP

Según Calderón y Calderón (2018) define al GLP el “único gas disponible que tiene las características que cuando se somete a presiones mayores que la atmosférica y a la temperatura ambiente promedio ordinaria se condensa y pasa al estado líquido” [16]

EL GLP en su composición contiene impurezas provenientes del petróleo como lo es

el butileno o propileno. Son hidrocarburos del tipo C_nH_{2n+2} . Y que su composición es un 40% butano y un 0% propano” [7]. Este compuesto de butano y propano en los porcentajes antes mencionados se obtiene de los mantos petrolíferos el cual se mezcla con “petróleo crudo, pero también se puede obtener de una segunda refinación de algunos derivados de petróleo. Y sobre los valores representativos en la obtención son de refinerías (de gasolina 25% y de plantas de procesos de gas natural 75%)” [16]

Las características más importantes del GLP : no se lo considera tóxico ni corrosivo, además no contiene plomo, azufre ni aditivos, es un combustible económico, y se considera un combustible frío a temperaturas bajo cero.[7] Se presenta las propiedades del GLP en la siguiente tabla :

Tabla 4

Composición química y Propiedades del GLP

Propiedades	Descripción
Propiedad	60% Propano, 40% Butano
Fórmula Química	C ₄ H ₁₀ ,C ₃ H ₈
Gravedad Específica	2,05 / 1,56
Poder Calorífico	22 244 kcal/m ³ 6 595 kcal/ it 11739 Kcal/ Kilogramo
Presión de Suministros	Líquido a 20° con presión manométrica de 2.5bar
Color /olor	Incoloro / inodoro

Nota: Descripción de las propiedades químicas y físicas del gas licuado de petróleo Fuente: [6]

4) Información sobre consumo de energía anual en la industria de balanceado para cálculos de reducción y ficha de seguridad de GLP

Se presenta información proporcionada por la empresa en el consumo de energía según los secadores utilizados en los procesos sea de vapor y gas.

Tabla 5

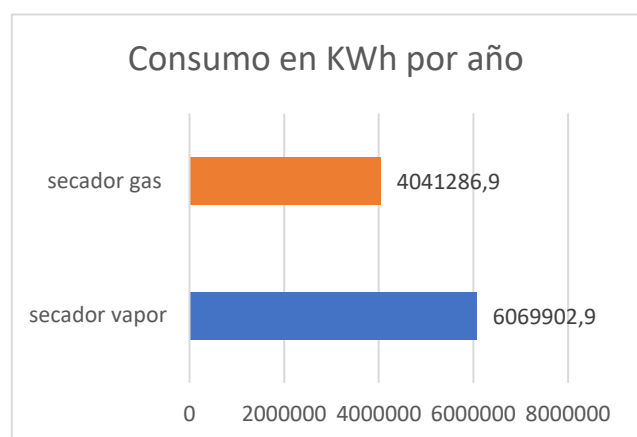
Consumo de energía según los secadores utilizados en los procesos

Consumo de energía de los secadores de Vapor y gas		
Secadores	Kwh	Kwh (Anual)
secador vapor	1264,6	6069902,9
secador gas	841,9	4041286,9

Nota: se tomó información de la empresa sobre el consumo de energía utilizado en los secadores del producto balanceado y se determinó la cantidad de energía anual

Fig. 5

Consumo de energía kWh



Nota : Energía utilizado en los secadores de vapor de la planta productora de balanceado.

Para determinar el poder calorífico del GLP la empresa provee los datos de lo que consume en energía mensual y la hoja de seguridad o ficha técnica de su proveedor de combustible y se destaca el poder calorífico del gas licuado de petróleo, utilizado para convertir el consumo de GLP en metros cúbicos a unidades en kWh. Se detalla información de la ficha técnica de GLP

Tabla 6

Datos de Hoja de Seguridad de Combustible GLP

Ficha técnica del GLP	
Estado físico:	líquido vapor
Aspecto:	transparente
Color:	incoloro
Olor :	inodoro
Temperatura de ebullición:	25°c
Poder Calórico	2594 BTU/ft3
Densidad a 15°C	536.7 kg/ m3
Energía producida(m3)	26.84 kWh/m3

Nota: Se presenta la ficha técnica del GLP información proporcionada por la empresa

Para calcular el consumo de GLP en m³ en unidades de energía, se multiplican por el poder calorífico (26,84 kWh/m³) de la ficha técnica del proveedor de gas descrita en la tabla anterior

5.- Análisis para la reducción de energía y de emisiones CO2 en la generación de vapor en la industria de balanceado.

En la siguiente tabla se calculó la reducción de la energía que es la diferencia

entre el secador de vapor de la línea 1 y el secador de gas que se encuentra en la tabla# 5 en Kwh dando como resultado 2028616 kWh anuales.

Tabla 7

Reducción de energía y de emisiones de Dióxido de Carbono CO₂

Reducción de la energía y de emisiones de CO₂ Dióxido de Carbono	
Energía KWh (año)	2028616
emisiones Ton. CO ₂ (año)	461,92

Nota: se realizó el cálculo de la cantidad reducida de energía en KWh y emisiones de CO₂

En la fila 2 de la tabla 7 se establece la reducción de emisión de Dióxido de carbono, obtenido de la multiplicación de la reducción de la energía por el factor de emisión de la Corporación a nivel mundial el cual se utiliza para calcular las emisiones de CO₂ siendo el factor 0.2277 kgCO₂/kWh.

Para el cálculo se utilizó una tabla utilizada por la compañía en donde se muestra los factores de los diferentes combustibles que se pueden utilizar en los procesos industriales y se utiliza el factor 0,2277 kg/kWh del combustible Gas Licuado de Petróleo, para multiplicarlo por la reducción de energía estimada, y obtener las emisiones de CO₂eq que se estima reducirá secado a vapor de la línea de producción extrusión

Tabla 8

Tabla de factores utilizada para calcular las emisiones CO₂

Combustibles	Toneladas	litres	Kwh	Giga Joule	densidad (Kg/ m ³)
Gas licuado					
Natural LNG	2857	1,285	0,2143	59,528	0,45
GLP	2992	1,615	0,2277	63,251	0,54
Gas Natural	2700	1,890	0,2025	56,25	0,70
Diésel	3089	2,594	0,2317	64,362	0,94
Gasolina	3205	2,692	0,26834	74,538	0,84

Nota: Tabla de factores utilizada por la industria para determinar la cantidad de emisiones de Dióxido de Carbono

6.- Análisis de la situación actual de las calderas, Cantidad de Vapor generado para la producción balanceado, Costos Operativos y Toneladas producidas.

f) Descripción de la situación actual de las calderas que opera la empresa

Caldera #1

Se realiza un análisis descriptivo del sistema de alimentación actual de la caldera que operan a diésel y GLP

El sistema de alimentación actual de la caldera es dual, tiene un mayor tiempo de vida útil que la adquirida solo para gas no cuenta con un sistema de retorno. Comienza su funcionamiento sacando el combustible desde los estanques de acumulación del gasóleo que son de 10.000 lt seguido del de 20.000 litros, luego los lleva directamente al quemador generando la combustión, este proceso deja excedentes que debería retornar al estanque.

Sin embargo, esta línea no fue considerada en el diseño de construcción de la caldera lo cual ha generado un problema para el correcto funcionamiento del equipo.

Las industrias utilizan calderas de las cuales se dividen en dos tipos que serían las calderas pirotubulares(humo) o acuotubulares (agua), la pirotubulares el fuego y los gases calientes de la combustión que se generan en el horno pasan por el interior de los tubos hasta llegar a la chimenea. El horno y los tubos están rodeados de agua. Generan bajas presiones. La presión máxima de trabajo para estas calderas es de alrededor de 500 Psi y es la utilizada en la empresa de balanceado

La segunda acuotubulares se forma en un recinto de paredes tubulares que configuran la cámara de combustión u horno, y el agua fluye dentro de los tubos. Este tipo de calderas se utiliza especialmente para generar vapor a elevadas presiones de trabajo, teniendo un mayor costo que las pirotubulares; consumiendo grandes cantidades de agua y combustible. Generalmente las presiones de trabajo de estas calderas se encuentran entre los 500 Psí a 3,000 Psi

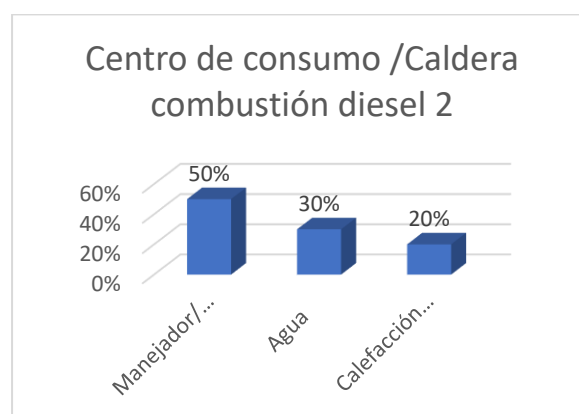
Existen empresas que dualizan las maquinarias como es el caso de esta industria y entre sus beneficios se mencionan el ahorro en combustible, que sustituye el 50% de las operaciones que trabaja a diésel con la participación del GLP, cuando existe obstrucciones en filtros por las partículas del diésel actuá el GLP, mejorando las sinergias de

los motores operados y permite que la caldera tenga una mayor vida útil siendo el GLP un combustible amigable con el medio ambiente.[8] El fin de las industrias cuando dualizan es permitir el uso de los dos combustibles y con este no pare la producción.

Según la empresa los centros de consumo de la caldera que se maneja en la industria de balanceado es la siguiente :

Fig. 6

Centros de Consumos de Calderas



Nota: Porcentajes del centro de consumo Calderas de industria de Balanceado

Con respecto a la caldera #1 se analizó los tiempos operacionales de las máquinas porque existe paradas no programadas por problemas en los equipos .Se procede por medio de un muestreo a tomar el registro de los tiempos de que no opera con el combustible destinado para el motor como primera opción (diésel) quedando lo siguiente según las muestras tomadas en el análisis de campo y de observación a las maquinarias calderas de la operación de extrusión en donde se presenta la siguiente tabla:

Tabla 9*Registros de Tiempos de los Motores de las Calderas*

Fecha	T. Parada	T. Arranque	T Parada	T. Arranque	No disponibilidad
					En Minutos
Nov-19-2023	8:10	8:15	8:25	8:45	15
Nov-22-2023	12:00	13:00			60,
Nov-28-2023	4:00	4:30	6:00	7:45	135,00
Dic-03-2023	18:00	18:45	19:20	20:00	85,00
Dic-05-2023	11:00	11:40	15:00	16:00	100,00
Dic-08-2023	3:00	3:20	8:00	8:45	65,00
Dic-18-2023	14:00	14:28			28,00
Dic-27-2023	5:40	6:00	7:15	7:50	55,00
Ene-05-2024	10:00	10:30	12:30	12:50	60,00
Ene -06-2024	4:00	4:20			20,00

Se presenta fallas debido a que el diésel al entrar al quemador se pulveriza al inicio de la combustión, el excedente del combustible no retorna porque no existe líneas de retorno generando bloqueos, la causa principal es cuando el quemador manejado dualmente al no funcionar el de diésel, el GLP hace el trabajo en la generación de vapor .

Tabla 10*Diferencia del Tiempo Operable GLP*

Equipo sin operar	24 horas (minutos)	% GLP	% Diésel
15,00	1425,00	99%	1
60,00	1380,00	96%	4
135,00	1305,00	91%	9
85,00	1355,00	94%	6
100,00	1340,00	93%	7
65,00	1375,00	95%	5
28,00	1412,00	98%	2
55,00	1385,00	96%	4
60,00	1380,00	96%	4
20,00	1420,00	99%	1
Totalidad	Promedio	96%	4%

Nota: Se calculó el porcentaje de eficiencia de los combustibles en el consumo de vapor de las calderas

Registrando en la tabla 10 el tiempo que opera el GLP gas licuado de petróleo y diésel llegando a porcentajes de eficiencia altos. Se calculó la diferencia del tiempo operable en el transcurso de las 24 horas del día donde ocurrió la incidencia.

Según la tabla 10 de información de tiempo y eficiencia en donde se refleja lo que no operó el sistema a diésel el Gas licuado de petróleo cubrió la generación de vapor necesario para los procesos de extrusión en la industria de balanceado con un promedio del 96%, el 4% con combustible diésel en donde da como resultado que es muy baja .Se propone se les implemente un tanque de almacenamiento para guardar más gasóleo y se le diseñe una línea de retorno al tanque de combustible principal

Se describe la información adicional proporcionada de la caldera #1

La caldera tiene un tiempo promedio de operación de más de quince horas, consume aproximadamente 145 galones de gasóleo tipo II por turno de producción, su capacidad del tanque de reservorio es de 150 galones, si existen controles utilizados en las calderas y funcionan a un 80%, la caldera #1 no cuenta con manuales de operación, cantidad del tanque principal de la caldera 1 es de 1400 galones de diésel su presión según su diseño es de 10-12 bar , su presión actual caldera 1 es de 7 bar. La caldera 1 si cuenta con medidor de gases, si se lleva una medición de los parámetros básicos, si se registra tiempos de no disponibilidad o no

operabilidad por problemas con el uso del diésel, manejan control del nivel de agua y la caldera si cuenta con válvula de seguridad. Los procesos de extrusión no cuentan con vapor suficiente para sus procesos. La caldera 1 presenta hollin acumulado, en la combustión contamina la planta y tiene problemas al abastecimiento del equipo. El proceso de mantenimiento de calderas no se ha estandarizado, existe un plan de mantenimiento preventivo se implementó, pero no se mantiene adecuadamente.

Caldera #2

Fig. 6

Caldera Bosh



Nota: caldera de la Industria de Balanceado

Con la adquisición de la nueva caldera de un sistema de BOSCH lo cual es apenas es 1 de 2 máquinas que se encuentra en la compañía puede cubrir su necesidad productiva y no exista con esta maquinas paros no programados, esta caldera tiene una tecnología para monitoreo de parámetros que se utiliza en conjunto con la maquina extrusora, ya con esto no exista costos altos en la utilización de combustibles porque se maneja con dispositivos electrónicos para control, y proporciona datos para llevar las estadísticas del consumo y tiempos de mantenimiento.

g)Análisis de Cantidad de Vapor Generado con la utilización de combustibles de Diésel y GLP

Para el análisis de la cantidad de vapor generado con la utilización de combustibles y sus costos operativos se toma información de la empresa de balanceado de la producción con respecto a la generación de vapor necesaria de los procesos, información requerida para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Tabla 11

Información de Producción con respecto al vapor generado por la caldera Bosh

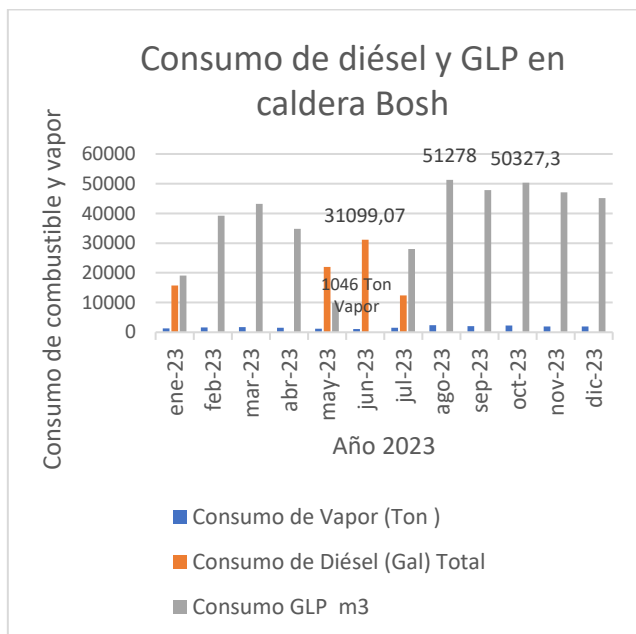
Año 2023							
Meses	Consumo de Vapor (Ton) Caldera Bosh	Toneladas Producidas de Balanceado	Consumo de Diésel (Gal) Total	Consumo GLP m ³	Costo Operativo de Diésel	Costo Operativo de GLP	Costos Totales Combustible
ene	1336,217	14455,72	15713,09	19098,29	\$ 45.756,52	\$ 16.233,55	\$ 61.990,07
feb	1585	12574,08	-	39238,69	-	\$ 33.352,89	\$ 33.352,89
mar	1724,57	16615,74	-	43164,63	-	\$ 36.689,94	\$ 36.689,94
abr	1475,22	9916,775	-	34846,02	-	\$ 29.619,12	\$ 29.619,12
may	1227,20	17635,4	21968,8	9939,6	\$ 63.929,21	\$ 8.448,66	\$ 72.377,87
jun	1046,20	15697,45	31099,07	-	\$ 26.434,21	\$ -	\$ 26.434,21
jul	1494,08	18498,47	12380,97	28065,86	\$ 36.028,62	\$ 23.855,98	\$ 59.884,60
ago	2416	18467,47	-	51278	-	\$ 43.586,30	\$ 43.586,30
sep	2093	16557,32	-	47830	-	\$ 40.655,50	\$ 40.655,50
oct	2287,75	20197,97	-	50327,3	-	\$ 42.778,21	\$ 42.778,21
nov	1927,05	19129,55	-	47126	-	\$ 40.057,10	\$ 40.057,10
dic	1955,37	17697,67	-	45145	-	\$ 38.373,25	\$ 38.373,25
Total	20567,69	197443,66	81161,93	416059,4111	172148,558	353650,4994	\$ 525.799,06

Nota: Resumen del consumo de vapor, consumo de diésel y GLP y costos por la generación de vapor en la producción de balanceado

Se presenta en la tabla 11 una compilación de información de la cantidad de Vapor en Kg llevada a toneladas producidas, se toma la información de la producción en las líneas de extrusión, paletizado de las toneladas de balanceado procesadas con la cantidad de Vapor presentada en el cuadro, se adiciona además en la tabla información sobre el consumo de diésel por galón y GLP (gas licuado de petróleo) en m³, se presenta sus costos por cada combustible y los costos totales por consumo.

Figura 7

Consumo de Combustibles en la caldera industrial para producción de balanceado de camarón



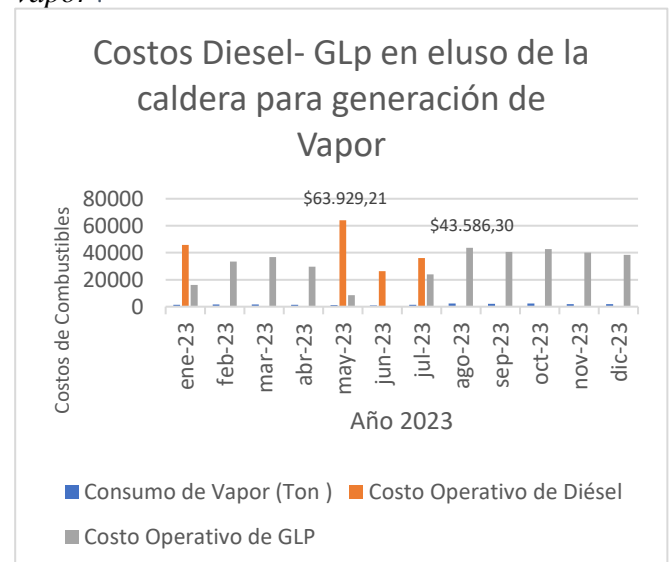
Nota: El consumo de diésel (gal) y GLP m³ se lo relacionó con el consumo de vapor (Ton) datos tomados de la tabla 11

Para la figura 7 se toma información de la tabla # 11 sobre el consumo de combustibles y refleja que en los meses que se utilizó diésel en la caldera fue en los meses de Enero, Mayo, Junio y Julio respectivamente, y sus picos más altos de consumo fue el mes de mayo con 21968 galones de diésel, junio 31099 galones; y en los meses más altos en la utilización de gas licuado de petróleo fue el mes de Agosto con una cantidad de 51278m³ de gas licuado de petróleo. con respecto al vapor generado para los procesos

Se presenta los costos mensuales por el consumo del combustible diésel y GLP en la generación de vapor de la caldera bosh de la industria de balanceado en el periodo de enero a diciembre del 2023

Figura 8

Costos operativos GLP por generación de vapor.



Nota: Se tomó datos de la tabla 11 para reflejar los costos mensuales de utilización de diésel y GLP

Con respecto a los costos operativos por la generación de vapor en el mes de Mayo del 2023 la empresa tuvo un costo por la consumo de vapor 1227,20 por tonelada producida, un costo de diésel de \$63929.21 y un costo de GLP de 8.448.66 dando un total de \$72377.87 entre los dos combustibles, descata el valor de # 43 586,30 con respecto al costo de GLP en la caldera BOSH por el consumo de vapor de 2416.00 de toneladas producida. En la figura 8 denota la utilización a partir del mes de Agosto solo de Combustible GLP los motivos son paros no programadas por la utilización de diésel y problemas con la máquina por excedentes de Hollin entre otros.

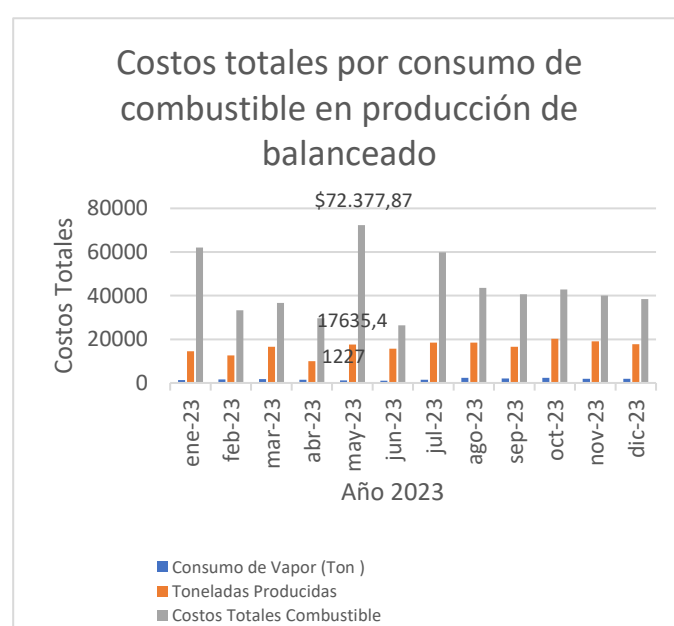
i) Análisis del costo operativo de la producción de balanceado

Se procede a realizar el análisis de las toneladas producidas en el año 2023 en donde se necesitó el vapor como parte de los procesos para obtener un producto de calidad y cuidando las propiedades del alimento para el sector agrícola por medio del acondicionamiento del vapor en temperaturas adecuadas al proceso. Se presenta en la figura # 9 los costos totales de producción referente a la utilización de los combustibles diésel y GLP los mismos valores se sumaron para obtener un costo total como lo refleja la tabla #10 los costos totales de combustibles utilizados en la generación de vapor con el rubro consumo de vapor por toneladas de balanceado en los procesos de extrusión y peletizado destacando un costo en el

mes de Mayo de \$72377.87 con 17635.4 toneladas producidas de balanceado de camarón y para ello tuvo un consumo de vapor de 1227,20 toneladas

Figura 9

Costos totales de combustibles por consumo de vapor (Ton) producidas de balanceado de camarón



Nota: Se presentan los costos Operativos totales anual (Año 2023)

Como parte de los rubros de costos indirectos de producción la empresa proporciona información de los costos por combustible y lubricantes, valores por cada tonelada producida de balanceado en los meses de enero-diciembre del 2023.

Así mismo dentro del rubro de costos indirectos de fabricación se encuentran todos los repuestos y mantenimientos de las calderas que se han generado en el Año 2023 valor determinado por cada tonelada producida de balanceado

Tabla 12*Costos de repuestos y Mantenimiento*

Costos por Repuestos y Mantenimiento x tonelada producida												
	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
Peletizado	9,04	8,46	11,90	10,58	7,19	14,77	13,67	12,64	14,36	11,08	11,54	16,95
Extrusión	15,77	14,01	22,79	15,17	12,94	20,96	27,44	20,83	24,23	20,05	18,11	22,69
Total	24,81	22,47	34,69	25,75	20,13	35,73	41,11	33,47	38,59	31,13	29,65	39,64

Nota: Se detalla el valor determinado por la empresa en costos mensuales de Mantenimiento por Tonelada producida de balanceado.

VII RESULTADOS

Con respecto al cumplimiento del **objetivo 1** sobre realizar un análisis de costo operativo en la producción de vapor de una caldera de una planta productora de alimento balanceado utilizando como combustible diésel y GLP los resultados son los siguientes :

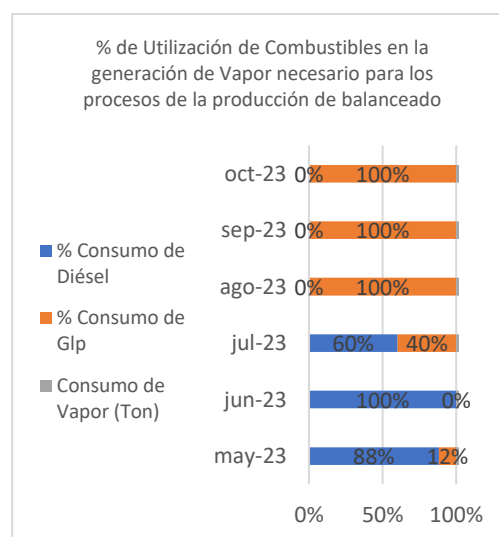
Se tomo datos de la **tabla # 11** sobre la Información con respecto al vapor generado por la caldera Bosh para la producción de balanceado y se realiza una comparativa entre los meses que más se consumió los diferentes combustibles objeto de estudio.

Tabla 13*Comparativo Diésel y GLP en la generación de Vapor según consumo*

Combustibles	Diesel Galones			GLP m ³		
	% participación en el consumo de vapor					
Meses	88%	100%	60%	100%	100%	100%
	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23
Consumo de Combustible	21968,8	31099,07	12380,97	51278	47830	50327,3
Consumo de Vapor (Ton)	1227,203431	1046,207598	1494,08337	2416,0006	2093	2287,75203

Nota: Para la comparativa se toma los meses Mayo a Octubre del año 2023 con respecto al consumo de combustibles en la generación de vapor.

Se toma para medición los meses de Mayo a Julio en la producción de Vapor (Ton) de la caldera en lo cual se utilizó el diésel para producción de Vapor en su Mayor porcentaje, y los meses de agosto a Octubre del mismo año se consumió GLP(gas licuado de petróleo) como combustible único para activar la caldera bosh.

Figura 10*Porcentajes de utilización de diésel y GLP en consumo de vapor (Ton) para procesos de producción de balanceado*

Nota: En la figura 10 se presenta el combustible que se utilizó para las toneladas producidas del mes de Mayo- a Octubre del 2023 que se pueden visualizar en la tabla 11

Se realiza un análisis con la información de los costos totales de los combustibles presentando un cuadro comparativo de costos del periodo 2023 en los Meses Abril – Julio que son costos por uso de combustible diésel tipo II y de Agosto a Noviembre del 2023 por consumo de GLP en la generación de vapor reflejado en la tabla 13.

Tabla 14

Costos Operativos totales de diésel y GLP por Toneladas producidas

Comparativa de Costos por consumo de Combustibles en la generación de Vapor para procesos de producción de balanceado de camarón						
	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23
Combustible	Diésel			GLP		
% en Generación de Vapor	88%	100%	60%	100%	100%	100%
Costos Operativos x diferenciación de combustible	\$ 63.92 9,21	\$ 26.43 4,21	\$ 36.0 28,6 2	\$ 43.58 6,30	\$ 40.65 5,50	\$ 42.77 8,21
Consumo de Vapor (Ton)	1227, 2034 31	1046, 2075 98	1494, 083 37	2416, 0006	2093	2287, 7520 3

Nota: Se presenta los costos operativos de la utilización del diésel y GLP en la generación de vapor

Con el cumplimiento del objetivo 2 con respecto a él análisis de costo operativo en la producción de alimento balanceado para camarón de la planta generadora de vapor como es el combustible diésel y GLP

Los resultados son los siguientes:

Tabla 15

Comparativo Diésel y GLP en la generación de Vapor en relación a las toneladas productivas de balanceado

Comparativa de los combustibles utilizados en la generación del vapor para la producción de Balanceados (Ton)						
Combustibles	Diesel			GLP		
% participación en el consumo de vapor	88%	100%	60%	100%	100%	100%
Meses	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23
Consumo de Vapor (Ton)	1227, 20343 1	1046, 20	1494, 08	2416, 00	2093	2287,7 52
Toneladas Producidas de balanceado	1763 5,4	1569 7,45	1494, 08	1846 7,47	16557 ,32	20197 97
Costos Operativos x diferenciación de combustible	\$ 63.92 9,21	\$ 26.43 4,21	\$ 36.02 8,62	\$ 43.58 6,30	\$ 40.65 5,50	\$ 42.77 8,21

Nota: Comparativa para determinar el costo operativo de producción de balanceado

Para establecer la tabla # 15 se tomó datos de la **tabla # 11** Información con respecto al consumo de vapor (Ton) generado por la caldera Bosh para la producción de balanceado y se realiza una comparativa entre los meses de Mayo a Julio en donde se utilizó el diésel y GLP y los meses de agosto a Octubre del mismo año se utilizó GLP Produciendo un consumo de vapor (Ton) para producir

Con respecto al cumplimiento del objetivo 3 de realizar un análisis de costo operativo al realizar el mantenimiento en la planta generadora de vapor.

Los resultados son los siguientes:

Con respecto a los rubros de Mantenimiento se presentó en la tabla #12 los costos por Mantenimiento y Repuestos utilizados en las calderas esos costos forman parte de los rubros de costos indirectos de producción de balanceados de camarón y se encuentran determinados por cada tonelada producida. Además, la empresa proporciona los costos por mantenimiento de una caldera con su respectivo listado de fallas que se presentan en la caldera Bosh. Este mantenimiento es ejecutado de manera eficiente, por lo tanto se requiere que las caldera se encuentren por debajo de 40° C, y lo que se establece en un mantenimiento que las caldera funcionen con normalidad con respecto a: combustible, electricidad, agua y aire comprimido.

El mantenimiento tiene los siguientes detalles en donde se revisa por lo general lo siguiente:

- Cierre de seguridad
- Prueba de funcionamiento
- Configuración del quemador
- Revisión de Seguridad y Ajuste de Caldera
- Configuración de caldera
- Analisis de Gases de Combustión
- Prueba de funcionamiento del quemador
- Una medición general
- Agua de alimentación de caldera

Se establece los costos de Mantenimiento Anuales de las calderas para el año 2024

Tabla 16

Costo de Mantenimiento preventivo por Unidad de Caldera Bosh

Descripción	Cant.	Costo Unitario Anual
Servicio de Mantenimiento General Caldera Industrial	1	\$ 6.442,67

Nota: Costos de Mantenimiento Preventivo de la caldera Bosh

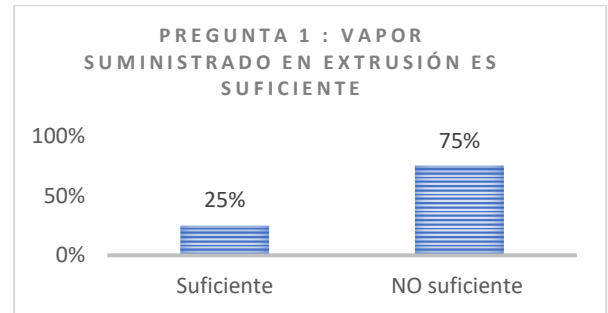
VIII ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para obtener más información se procede a la realización de una encuesta a técnicos de monitoreo de las calderas de la industria alimenticia procesadora de balanceada información obtenida respecto a la generación de vapor para los procesos de extrusión .Se consulta al personal de la empresa sobre el

vapor suministrado en el proceso de extrusión es suficiente para lograr la producción esperada.

Fig. 11

Pregunta 1 Vapor suministrado a los procesos de extrusión

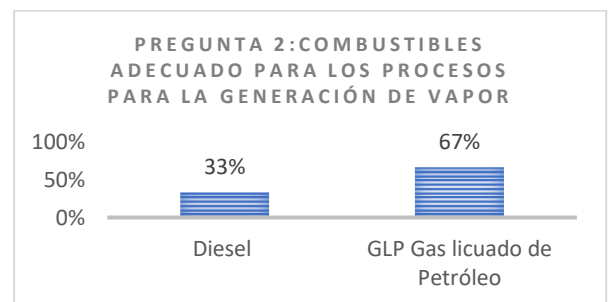


Nota: Tema de discusión si el vapor suministrado es suficiente para los procesos.

Se presenta la figura 11 correspondiente en donde el 75% menciona que no es suficiente el vapor suministrado por motivo que las máquinas que operan a diésel tienen algunos inconvenientes ocasionando paradas no programadas. Se realiza la consulta al personal de mantenimiento sobre que combustible es el adecuado para sus procesos con respecto a la generación de vapor

Fig. 12

Preferencias en Combustible para generación de Vapor



Nota: Tema de discusión sobre qué combustible es el adecuado para los procesos

En la gráfica de la figura 12 se evidencia que el 67% de los encuestados consideran que el Gas Licuado de Petróleo es el más adecuado para las maquinarias generadoras de vapor necesarias para el proceso de extrusión de balanceado el cual manejan en las plantas productivas porque con el producen más toneladas de balanceados en menor tiempo.

VIII CONCLUSIONES

Se concluye que este estudio presenta la información necesaria referente a la cantidad de vapor que se genera en las calderas de una industria de balanceado y los costos operativos que conlleva la utilización del combustible de diésel y GLP gas licuado de petróleo, para la toma de la mejor decisión con respecto a la migración de combustible a GLP.

Según el análisis de costos operativos realizados en la utilización de las maquinarias actuales generadoras de vapor de la planta productora de balanceado la máquina nueva adquirida por la empresa genera mayor cantidad de vapor que la de diésel y permite producir mayor cantidad de toneladas de balanceado de camarón. Se concluye que los costos por mantenimiento y repuesto son muy elevados con respecto a la máquina dual que funciona en su mayor tiempo con diésel a diferencia de la GLP que recién tiene un año produciendo balanceado y no ha presentado fallas graves, se presentó en la tabla #12 los costos por mantenimiento preventivo para la maquinaria de gas para el presente año 2024 con un valor anual de \$ 6442.67

Se recomienda incrementar la confiabilidad para el combustible diésel adicionando tanques de reservorio de mayor capacidad y mantenimientos preventivos periódicos. Al trabajar los sistemas con dos combustibles se debe tener confianza en paralelo por ello debe seguirse planes de mantenimientos a las calderas para no ocurra las fallas o incidencias que se han venido presentando en su maquinaria antigua y a su vez pueda cubrir sus parámetros de medición y control con los equipos necesarios para ello; este control debe ir sumado con auditorías a los equipos de acuerdo a los manuales de operación y se respalde el historial de reparaciones o mantenimiento e incidencias.

Las empresas que utilizan este tipo de calderas deben realizar revisiones tanto interna como externa a sus Maquinarias y para la toma de decisión de nuevos proyectos de mejora se debe realizar análisis comparativos de los costos operativos tanto del vapor necesario para sus procesos productivos, consumo de combustibles, consumo de energías, reducción de emisiones de CO2 por la combustión de los combustibles y costos de mantenimientos en un cierto periodo determinado.

Se concluye que la mejor opción para la empresa productora de balanceado es el uso del GLP como combustible principal por su reducción en costos operativos y con el fin de cuidar el medio ambiente por la reducción de Dióxido de Carbono.

REFERENCIAS

Bibliografía

- [1] ONU . (2023). Obtenido de <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- [2] ABC MOTORS. (07 de 09 de 2018). DE DONDE VIENE EL DIESEL Y LA GASOLINA . *ABC MOTORS* . Obtenido de https://www.abc.es/motor/reportajes/abc-i-donde-viene-diesel-y-gasolina-201809070118_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fmotor%2Freportajes%2Fabci-donde-viene-diesel-y-gasolina-201809070118_noticia.html
- [3] RETINGFINDERS.COM. (2023). Recuperado el 05 de 12 de 2023, de <https://rentingfinders.com/glosario/diesel>
- [4] Gasnova.co. (2017). Recuperado el 05 de 12 de 2023, de <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>
- [5] CEPAL. (1 de 03 de 2021). *Base de datos Precios de los combustibles de América Latina CEPALSTAT*. Recuperado el 28 de 11 de 2023, de <https://www.cepal.org/es/eventos/base-datos-precios-combustibles-america-latina-cepalstat>
- [6] Bautista Culquipoma, M. Á., & Sotos Chirinos, G. A. (2018). *Termoeconomía del reemplazo de combustible diésel-2 por glp en la caldera menor del Hospital Regional Docente las Mercedes – Chiclayo*. FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO , ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA . UNIversidad Señor de Sipán. Recuperado el 08 de 12 de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefin dmkaj/https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4530/Bautista%20Culquipoma%20%26%20Soto%20Chirinos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [7] Martínez Mazuelos , R. G. (2018). *“TECNOLOGIA MODERNA DE LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES”*. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA , FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS . Arequipa : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA . Recuperado el 05 de 12 de 2018, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefin dmkaj/https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/12169f03-3e18-4d58-9777-a53a055eb615/content

- [8] 3 SRI. (2023). *Servicios de Rentas Internas*. Recuperado el 08 de 01 de 2024, de <https://srienlinea.sri.gob.ec/srienlinea/SriRucWeb/ConsultaRuc/Consultas/consultaRuc>
- [9] es.globalpetrolprices.com . (2024). Ecuador Precios de Diesel -2024. Obtenido de https://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/diesel_prices/
- [10] Lojagas. (s.f.). Recuperado el 23 de 01 de 2023, de <https://lojagas.com/precio-glp/>
- [11] ABB. (28 de 01 de 2022). Tres industrias clave para entender el papel de los motores eléctricos en el camino hacia la reducción de emisiones contaminantes. Recuperado el 28 de 1 de 2023, de <https://new.abb.com/news/es/detail/87267/tres-industrias-clave-para-entender-el-papel-de-los-motores-electricos-en-el-camino-hacia-la-reduccion-de-emisiones-contaminantes>
- ABC MOTORS. (07 de 09 de 2018). DE DONDE VIENE EL DIESEL Y LA GASOLINA . *ABC MOTORS* . Obtenido de https://www.abc.es/motor/reportajes/abc-i-donde-viene-diesel-y-gasolina-201809070118_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fmotor%2Freportajes%2Fabc-i-donde-viene-diesel-y-gasolina-201809070118_noticia.html
- Autogasecologico.com. (2023). Obtenido de <https://autogasecologico.com/maquinaria-industrial/>
- Bautista Culquipoma, M. Á., & Sotos Chirinos, G. A. (2018). *Termoeconomía del reemplazo de combustible diésel-2 por glp en la caldera menor del Hospital Regional Docente las Mercedes – Chiclayo*. FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO , ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA . UNiversidad Señor de Sipán. Recuperado el 08 de 12 de 2023, de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefin dmkaj/https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4530/Bautista%20Culquipoma%20%26%20Soto%20Chirinos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón Sierra, M., & Calderón Calderón, E. Y. (s.f.). Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefin dmkaj/http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172349.pdf>
- CEPAL. (1 de 03 de 2021). *Base de datos Precios de los combustibles de América Latina CEPALSTAT*. Recuperado el 28 de 11 de 2023, de <https://www.cepal.org/es/eventos/base->

- datos-precios-combustibles-america-latina-cepalstat
- CONST. (20 de Octubre de 2008). *Asamblea Nacional Constituyente*. Recuperado el 7 de 12 de 2023, de https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- es.globalpetrolprices.com . (2024). Ecuador Precios de Diesel -2024. Obtenido de https://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/diesel_prices/
- Gasnova.co. (2017). Recuperado el 05 de 12 de 2023, de <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>
- HELLOAUTO. (2023). Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/diesel#:~:text=Origen%20del%20di%C3%A9sel,previamente%20en%20el%20a%C3%B1o%201892.>
- Ionos.es. (30 de 07 de 2019). Recuperado el 20 de 01 de 2023, de <https://www.ionos.es/startupguide/productividad/circulo-de-deming/>
- lesunscrew.com. (2023). Recuperado el 12 de 12 de 2023, de <https://es.lesunscrew.com/products/shaft/>
- Lifeder. (13 de 07 de 2020). írculo de Deming: etapas, ventajas, desventajas y ejemplo. Obtenido de <https://www.lifeder.com/circulo-deming/>
- Lojagas. (s.f.). Recuperado el 23 de 01 de 2023, de <https://lojagas.com/precio-glp/>
- López Herrera , D., & Muñoz Valverde, J. (Febrero de 2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA EXTRUSORA Y UNA EMPAQUETADORA DE TABACOS DE DULCE*. Recuperado el 11 de 12 de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefndmkaj/<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20722/1/CD%2010238.pdf>
- Martínez Mazuelos , R. G. (2018). *“TECNOLOGIA MODERNA DE LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES”*. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA , FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS . Arequipa : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA . Recuperado el 05 de 12 de 2018, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefndmkaj/<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/12169f03-3e18-4d58-9777-a53a055eb615/content>
- Molina Poveda, C., & Espinoza Ortega , M. (2020). La combinación de extrusión y austica mejora la producción de camarón. *Panorama Acuicola Magazine*, 26(1). Recuperado el 28 de 11 de 2023, de

https://issuu.com/designpublications/docs/unlisted_web_panorama_acuicola_26-1_noviembre_dici/s/11528790

ONU . (2023). Obtenido de

<https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>

RETINGFINDERS.COM. (2023). Recuperado el 05 de 12 de 2023, de

<https://rentingfinders.com/glosario/diese1>

Reyes, E. (2022). *Metodología de Investigación Científica*. Page Publishing. Recuperado el 12 de 12 de 2023, de

https://books.google.com.ec/books?id=SmxEXAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

SAGRIZCA. (02 de 06 de 2022). Obtenido de

https://www.google.com/search?q=extrusora+de+balanceado&oq=extrusora+de+balanceado&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTEyMDczajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:679a8c0e,vid:MKK02_r4AnU,st:0

SRI. (2023). *Servicios de Rentas Internas*.

Recuperado el 08 de 01 de 2024, de <https://srienlinea.sri.gob.ec/sri-enlinea/SriRucWeb/ConsultaRuc/Consultas/consultaRuc>

Valverde, M. (29 de 06 de 2022). ¿Por qué la extrusión se está posicionando en el desarrollo de nuevos productos? *Ainia*

Network. Recuperado el 08 de 12 de 2023, de <https://www.ainia.es/ainia-news/tecnologia-extrusion-desarrollo-nuevos-productos-ingredientes/>

[13] Valverde, M. (29 de 06 de 2022). ¿Por qué la extrusión se está posicionando en el desarrollo de nuevos productos? *Ainia Network*. Recuperado el 08 de 12 de 2023, de <https://www.ainia.es/ainia-news/tecnologia-extrusion-desarrollo-nuevos-productos-ingredientes/>

[14] SAGRIZCA. (02 de 06 de 2022). Obtenido de https://www.google.com/search?q=extrusora+de+balanceado&oq=extrusora+de+balanceado&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTEyMDczajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:679a8c0e,vid:MKK02_r4AnU,st:0

[15] RETINGFINDERS.COM. (2023). Recuperado el 05 de 12 de 2023, de <https://rentingfinders.com/glosario/diese1>

[16] Calderón Sierra, M., & Calderón Calderón, E. Y. (s.f.). Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172349.pdf>