



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN
HAYDUK S.A. COISHCO, 2018.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

AUTORES:

MARLON ALFREDO, SILVA MELGAREJO.

ALBERTO JUNIOR ERICK, ZEVALLOS DIAZ.

ASESOR METODÓLOGO:

ING. JAIME EDUARDO, GUTIÉRREZ ASCÓN.

ASESOR TEMÁTICO:

MGRT. VICTOR FERNANDO, CALLA DELGADO.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

CHIMBOTE - PERÚ

2019

PAGINA DE JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 07
		Fecha : 31-03-2017
		Página : 1 de 7

ACTA N° 001 - 1D - 2019 - EII/UCV/CH

El Jurado encargado de evaluar la tesis denominada "PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018", presentada por los estudiantes SILVA MELGAREJO MARLON ALFREDO / ZEVALLOS DIAZ ALBERTO JUNIOR ERICK, reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

NOTA: 14 (Número) Catorce (Letras).

Por lo tanto, el estudiante aprueba por Unanimidad

Chimbote, 15 de febrero del 2019


Ms. GALARRETA OLIVEROS GRACIA ISABEL
PRESIDENTE


Ms. QUILICHE CASTELLARES RUTH MARGARITA
SECRETARIO


Ing. JAIME EDUARDO GUTIERREZ ASCON
VOCAL

DEDICATORIA.

Esta investigación está dedicada a mis padres Jaime Silva, Nancy Melgarejo y hermanos por su invaluable apoyo. Mi esposa Katia Tolentino y mis hijos Dhylan, Evans, quienes con su apoyo incondicional me han llevado a ser una mejor persona.

Marlon Silva

Esta investigación está dedicada a mis padres Jorge Zevallos, Janeth Díaz, hermanos y tíos por su invaluable apoyo en todos los momentos de mi vida, quienes con su apoyo incondicional me han llevado a ser una mejor persona.

Alberto Zevallos

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones en todo momento, a mis padres por su apoyo durante mis estudios universitarios, a la Bióloga Maritza Eusebio Fernández; por brindarme el soporte necesario para cada día avanzar y cumplir un objetivo de vida muy deseado. A nuestro asesor metodólogo Ingeniero Jaime Gutiérrez Ascón; por su ayuda y recomendaciones en la realización y culminación de este trabajo.

Marlon Silva

A Dios por sus bendiciones en todo momento, a mis padres, por su apoyo durante mis estudios universitarios, al Ingeniero Alan Siccha Moreno y a la señorita Diana Cerdán Quiliche; por brindarme el soporte necesario para cada día avanzar y cumplir un objetivo de vida muy deseado. A nuestro asesor metodólogo Ingeniero Jaime Gutiérrez Ascón; por su ayuda y recomendaciones en la realización y culminación de este trabajo.

Alberto Zevallos

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Marlon Alfredo Silva Melgarejo, y Alberto Junior Erick Zevallos Díaz, estudiantes de Ingeniería Industrial, de la escuela de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo identificados con DNI N° 45955138 y 70189746 respectivamente con la tesis titulada Programación Lineal Para Optimizar Separación De Grasas Del Proceso De Fabricación De Harina De Pescado. Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

DECLARAMOS QUE:

1. La tesis en mención es de nuestra autoría.
2. Hemos aceptado las normas internacionales de las citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido autoplagiada, es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o un título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados ni copiados y por lo tanto son los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes de la realidad investigada.

Chimbote, febrero del 2019



Marlon Alfredo Silva Melgarejo



Alberto Junior Erick Zevallos Díaz

v

v

PRESENTACIÓN

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, presento ante ustedes la tesis titulada “PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018”, donde se desarrolló los siguientes puntos. En el Capítulo I; se presenta la realidad problemática, antecedentes y teorías relacionadas al tema, información necesaria para poder entender el problema que pasaba en el área de estudio. En el capítulo II; se presenta como está conformada la tesis, por cómo se planteó el método, el diseño, la técnica y los métodos de análisis de datos del presente estudio; mientras que el capítulo III; se analizaron los resultados para el procesamiento de la variable independiente y la dependiente. En el capítulo IV, se planteó la discusión de las hipótesis, contrastándolas con los antecedentes y las teorías de los libros utilizados. En el capítulo V; se presentan las conclusiones. En el capítulo VI; se presentan las recomendaciones. En el capítulo VII; se presentan las referencias y en el capítulo VIII finalizamos con los anexos.

En esta investigación, por tanto, se busca optimizar las utilidades en la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingenieros industriales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	i
PAGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE FORMULAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Realidad problemática.	16
1.2 Trabajos previos.....	24
1.3 Teorías relacionadas al tema.	37
1.4. Formulación del problema.	49
1.5. Justificación del estudio.....	49
1.6. Hipótesis	50
1.7 Objetivo	50
II. MÉTODO	51
2.1 Diseño de investigación	51
2.2 Variables, Operacionalización	51
2.2.1 Matriz de operacionalización	52
2.3 Población y muestra.	54
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	54
2.4 Métodos de análisis de datos.....	55

2.5 Aspectos éticos.....	56
III. RESULTADOS	57
3.1 Diagnostico de causas de la deficiente separación de grasas	58
3.2 Determinación de las Variables de decisión en las celdas de separación de grasas	60
3.3 Determinación de la función objetivo en base a la utilidad.....	60
3.4 Determinación de las restricciones en base a la utilidad de los equipos.	60
3.5 Determinación del modelo matemático.....	61
3.6 Contrastación de hipótesis.....	64
IV. DISCUSIÓN	78
V. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES	83
VII. REFERENCIAS	85
Bibliografía	89
Linkografía.	90
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Índices de evaluación de entrevistados.</i>	59
Tabla 2: <i>Modelo de Optimización.</i>	61
Tabla 3: <i>Modelo de Minimización, Método Dual.</i>	62
Tabla 4: <i>Contrastación harina pre test y post test.</i>	65
Tabla 5: <i>Contrastación aceite pre test y post test.</i>	66
Tabla 6: <i>Prueba de Shapiro-Wilk</i>	68
Tabla 7: <i>Prueba de Shapiro-Wilk</i>	69
Tabla 8: <i>Tabla resumen de evaluación Lean Manufacturing.</i>	96
Tabla 9: <i>Definición de Intervalos</i>	99
Tabla 10: <i>Definición de factores relevantes</i>	99
Tabla 11: <i>Importancia que el funcionario asigna a cada factor relevante.</i>	100
Tabla 12: <i>Evaluación de cada funcionario para el cumplimiento de los factores relevantes</i>	100
Tabla 13: <i>Sensibilización precio de venta mínimo de la harina de pescado.</i>	101
Tabla 14: <i>Sensibilización precio de venta máximo de la harina de pescado.</i>	102
Tabla 15: <i>Sensibilización precio de venta mínimo del aceite de pescado.</i>	103
Tabla 16: <i>Sensibilización precio de venta máximo del aceite de pescado.</i>	104
Tabla 17: <i>Sensibilización a la reducción del costo de la harina de pescado.</i>	105
Tabla 18: <i>Registro de análisis en la determinación de las eficiencias de celdas.</i>	108
Tabla 19: <i>Costo de productos químicos.</i>	111
Tabla 20: <i>Control de consumo y costo de productos químicos.</i>	112
Tabla 21: <i>Tabla de relación de costo-utilidad del proceso de separación de grasas, PAMA.</i>	113
Tabla 22: <i>Tabla de precios de harina de pescado.</i>	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Matriz de operacionalización. Fuente elaboración propia.	53
Figura 2: Organigrama Corporación Hayduk. Fuente: Elaboración propia	57
Figura 3: Evaluación Lean Manufacturing. Fuente: Tomado de la planta de separación de grasas, Corporación Hayduk.....	58
Figura 4: Percepción del cliente interno y externo. Fuente: Tomado de encuesta IPC	59
Figura 5 Resumen prueba t pareada pre y post utilidad total de la harina. Fuente: Tomado de Minitab 18.....	67
Figura 6: Resumen prueba t pareada pre y post utilidad total del aceite. Fuente: Tomado de Minitab 18	68
Figura 7: Tabla pre test y post test de recuperación de harina en función al costo, tomado de Xlstat.....	70
Figura 8: Coeficiente de ajuste pre test.....	70
Figura 9: Coeficiente de ajuste post test.	70
Figura 10: Tabla pre test y post test de recuperación de harina en función a la utilidad, tomado de Xlstat	72
Figura 11: Coeficiente de ajuste pre test.....	72
Figura 12: Coeficiente de ajuste post test.	72
Figura 13: Tabla de producción de torta ambiental en función al ingreso de flujo.	74
Figura 14: Coeficiente de ajuste separadora ambiental	74
Figura 15: Tabla de restricciones en función del porcentaje de absorción.....	76
Figura 16: Coeficiente de ajuste de absorción	76
Figura 17: Encuesta de evaluación Lean Manufacturing tomada a funcionario 1.	95
Figura 18: Tratamiento de separación de grasas y recuperación de solidos.....	98
Figura 19: Valores críticos de correlación de Pearson	106
Figura 20: Registro de análisis diario en sistema SAP Fuente: Corporación Hayduk S.A.116	
Figura 21: Formato Determinación de porcentaje de grasa. Fuente: Corporación Hayduk120	
Figura 22: Formato Balance de PAMA 2018 – I. Fuente: Corporación Hayduk	121
Figura 23: Matriz de operacionalización. Fuente: Elaboración propia.....	123
Figura 24: Formato de operador de registro Deltafloat	124
Figura 25: Registro de Separadora Ambiental.....	125
Figura 26: Formato registro celdas trampa de grasa y DAFs	126
Figura 27: Formato determinación de porcentaje de grasa.....	127
Figura 28: Modelo Matemático tomado de simulación en WinQSB 2.0	128
Figura 29: Solución óptima tomado de simulación en WinQSB 2.0.....	128
Figura 30: Método dual tomado de simulación en WinQSB 2.0.....	129
Figura 31: Solución Óptima del modelo dual tomado de simulación en WinQSB 2.0	129
Figura 32: Tabla Simplex solución modelo matemático	129

ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula 1: Función objetivo: Maximización de utilidades	60
Fórmula 2: Función objetivo: Minimización método Dual.	62
Fórmula 3: Función objetivo: Sensibilización mínima utilidades de harina	63
Fórmula 4: Función objetivo: Sensibilización máxima utilidades de harina.....	63
Fórmula 5: Función objetivo: Sensibilización mínima utilidades de aceite	64
Fórmula 6: Función objetivo: Sensibilización máxima utilidades de aceite	64
Formula 7: Porcentaje de grasas	107
Formula 8: Eficiencia	107
Formula 9: Restricción de Trommel.....	117
Formula 10: Restricción de trampa de grasa	117
Formula 11: Restricción de celda Daf 1	117
Formula 12: Restricción de celda Daf 2	118
Formula 13: Restricción de celda química	118
Formula 14: Restricción de separadora ambiental.....	118
Formula 15: Restricción de PAMA harina	119
Formula 16: Restricción de PAMA aceite.....	119

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Evaluación Lean Manufacturing.....	91
Anexo 2: Árbol de toma de decisiones planta de tratamiento del PAMA.....	98
Anexo 3: Metodología para calcular IPC	99
Anexo 4: Desarrollo del análisis de sensibilidad.....	101
Anexo 5: Valores críticos para la correlación de Pearson.	106
Anexo 6: Eficiencias de celdas DAFS.....	107
Anexo 7: Registro de análisis de muestras en el sistema SAP.	116
Anexo 8: Resolución de restricciones en el proceso de separación de grasas.....	117
Anexo 9: Formato: Determinación de porcentaje de grasa HD.TEC.FR.059	120
Anexo 10: Formato: Balance de PAMA 2018 – I.....	121
Anexo 11: Matriz de consistencia.	122
Anexo 12: Formato de registro de operadores.....	124
Anexo 13: Formato determinación de porcentaje de grasa	127
Anexo 14: Pruebas en WinQSB 2.0	128
Anexo 15: Documento de similitud.....	130
Anexo 16: Autorización de publicación de tesis en repositorio.	131
Anexo 17: Acta de aprobación de originalidad de tesis-turnitin.	133
Anexo 18: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	134
Anexo 19: Validación de Abstract.....	136

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado: Programación lineal para optimizar separación de grasa del proceso de fabricación de harina de pescado. Corporación Hayduk S.A, tiene como objetivo optimizar la separación de la grasa en el proceso de fabricación de harina de pescado, mediante el uso de la programación lineal en Corporación Hayduk S.A Coishco. El desarrollo de esta tesis tiene como base un modelo matemático estándar que maximice la separación de grasas, indicando que se ha tomado como referencia la eficiencia económica a partir de un punto referencial que es la utilidad y para la optimización de la eficiencia operacional se tomó como referencia los intervalos de tiempo de operación, señalado por la teoría de programación lineal se determinó variables de decisión, la función objetivo y sus restricciones, y para llevar a cabo la solución de la función objetivo se desarrolló a través de la herramienta el software WinQSB 2.0, obteniendo como resultado incremento de las utilidades de la operación diaria, adicionando toneladas de producción en la línea de proceso incrementando el ratio de producción y ventas, optimizando la línea tiempo – separación y utilidades.

En este trabajo se logró aumentar la separación de sólidos y utilidades la cual conduce una nueva programación de operación. Con respecto al resultado de la maximización económica las cuales están reflejado en los ingresos diarios de 1 213.00 \$ y 1 329.00 \$ la cual interpreta que por cada dólar de inversión se obtuvo un margen de ganancia de 2 864.00 \$.

Por consiguiente, se logró optimizar la separación de grasa en la fabricación de harina de pescado, Corporación Hayduk.

Palabras clave: Programación lineal, modelo estándar, separación, tratamiento, producción.

ABSTRACT

The research work entitled: Linear programming to optimize fat separation from the fishmeal manufacturing process. Corporación Hayduk S.A, aims to optimize the separation of fat in the fishmeal manufacturing process, through the use of linear programming in Corporación Hayduk S.A Coishco. This reseach project development is based on a standard mathematical model that maximizes the separation of fats, indicating that the economic efficiency has been taken as reference from a referential point which is the utility and for the optimization of the operational efficiency it was taken as reference the operation time intervals, indicated by the linear programming theory was determined decision variables, the objective function and its restrictions, and to carry out the solution of the objective function was developed through the WinQSB 2.0 software tool, resulting in an increase in the profits of the daily operation, adding tons of production in the process line, increasing the production and sales ratio, optimizing the time - separation and profits line.

In this work it was possible to increase the separation of solids and utilities which leads a new operation schedule. And about the economic maximization result which are reflected in the daily income of \$ 1 213.00 and \$ 1 329.00 which means that for each dollar of investment a profit margin of \$ 2 864.00 was obtained.

Therefore, it was possible to optimize the separation of fat in fishmeal manufacturing, Hayduk Corporation.

Keywords: Linear programming, standard model, separation, treatment, production.

I. INTRODUCCIÓN

La harina de pescado es el producto principal resultante de la transformación de la anchoveta (*Engraulis ringens*), teniendo al aceite como un valioso producto secundario. La anchoveta tendrá un tamaño mínimo de captura de 12 cm, siendo la única especie autorizada por el Ministerio de la Producción para explotar como recurso en la fabricación de harina y aceite de pescado. Durante el proceso de elaboración de la harina se le retira todo el agua y la mayor parte de sus grasas y aceites, como resultado se obtiene la proteína sólida que está compuesta entre 60% y 72% de proteína con un porcentaje de grasa que va desde 5% y 12% con un máximo de humedad de 9%, que es secada y molida a la presentación de harina en sacos para su exportación a los distintos mercados asiáticos y europeos para su uso como alimento balanceado en las diferentes actividades como la acuicultura, avicultura, ganadería, entre otros.

Perú por excelencia es el primer productor y exportador de aceite de pescado con Omega 3, que proviene de la extracción de las especies de peces pelágicos, comúnmente llamados azules ricos en aceites beneficiosos para el ser humano tales como el ácido icosaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), esenciales, dado que nuestro organismo no puede reproducirlos para nuestra asimilación, siendo una rica fuente externa de donde obtenerla.

En la ciudad de Coishco se encuentra la Corporación Hayduk S.A. que se dedica al proceso productivo de harina y aceite de pescado. Se generan grandes cantidades de agua de bombeo con un alto índice de porcentaje de grasas, los cuales sin el tratamiento de separación adecuado contaminara el medio ambiente. En el presente trabajo de investigación se realizará la separación del porcentaje de grasas, presente en el agua de bombeo, se utilizarán floculantes y coagulantes en la etapa química, teniendo en cuenta la programación lineal, para optimizar el proceso de separación. La alta demanda e importancia de sus productos en el mercado internacional amerita que se realice la presente investigación con el fin de optimizar la separación de grasas, buscando aplicar los conocimientos adquiridos y las herramientas que ofrece la carrera de ingeniería industrial planteando como objetivo: “Optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado mediante el uso de la programación lineal. Corporación Hayduk Coishco S.A.”

1.1 Realidad problemática.

La pesca desde tiempos inmemoriales ha sido universalmente una de las principales actividades que ha realizado el ser humano para poder alimentarse permitiéndole desarrollarse y asentarse en comunidades a lo largo de las zonas costeras alrededor del mundo. En las últimas décadas el mundo ha venido mostrando resolver problemas que puedan presentarse en alguna situación ya sea en el ámbito social, cultural, y en otros aspectos con la finalidad de cumplir objetivos, de la cual eficiencia es un punto importante por lo que presenta la relación existente entre los recursos aplicados en el proyecto y los resultados obtenidos, referenciando un mismo objetivo utilizando los mínimos recursos. La eficiencia es de grado importante en la empresa ya que se conseguirá el máximo rendimiento al mínimo costo. Por lo tanto, en el sector industrial es importante alcanzar una eficiencia que pueda ayudar a elevar a obtener altos índices de productividad, ganancias y logro obtenidos, ya que la industria de procesamiento de materias primas es un sector que impulsa y mueve masas, por las grandes cantidades de recursos primarios y secundarios que se puede mover para la elaboración de algún producto o servicio.

En América Latina la pesca ha tomado posición como la más importante actividad económica, generando fuentes de trabajo a miles de familia de esta manera es hoy en día el principal socio estratégico para asegurar la calidad de los alimentos balanceados a nivel mundial, aportando económicamente grandes cantidades de dinero a estos países latinoamericanos de la región del Pacífico, resaltando Perú, Ecuador y Chile, presentan records de capturas que varían desde entre 10 y 21 millones de toneladas anuales de pescado. De las cuales más del 60% de las capturas son usadas fundamentalmente por la pesca industrial de harina y aceite de pescado. La pesca es una actividad muy antigua en el Perú, se tiene registros de su presencia desde hace 9 mil años, citando al hombre de Santo Domingo.

En nuestro país el sector industrial es un factor importante para la economía y, cabe mencionar que el sector pesquero es uno de ellos, la extracción del recurso hidrobiológico anchoveta, materia prima es importante para la elaboración de harina y aceite, producto obtenido del procesamiento y transformación de la materia prima (anchoveta), eliminando el contenido de agua y aceite durante el proceso. El aceite de pescado es un producto secundario que genera grandes márgenes de utilidad. La harina de pescado actualmente es la fuente más

rica en proteína para alimentación ganadera balanceada. Si bien es cierto hay un procedimiento para la elaboración de este producto debe existir una manera de cómo proteger el ambiente del cual extrae este recurso, entrar en un pensamiento de concientización, de cómo proceder para el manejo o evacuación de aquellos residuos que se generan durante la elaboración de la harina, un manejo adecuado de los efluentes y más aun de aquellos que se verterán en las bahías de las ciudades.

En el artículo científico de VALENZUELA, Alonso y VALENZUELA, Rodrigo. Con nombre “Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿Cómo aportarlos?”. Los beneficios derivados del consumo de ácidos grasos omega-3 EPA y DHA de origen marino están sólidamente documentados, por lo cual existen recomendaciones para su consumo. La recomendación es consumir productos del mar, específicamente pescado. Sin embargo, la disponibilidad de este recurso es cada vez menor. Los aceites marinos, ricos en ácidos grasos omega-3 son también cada vez más escasos y de mayor costo. (VALENZUELA, 2014)

Al día de hoy las descargas de efluentes industriales están generando impactos ambientales al ecosistema marítimo, por lo tanto, el cumplimiento de los límites máximos permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), son objetivos que toda empresa industrial considerara en la emisión de sus efluentes. Los (LMP) y la (ECA) son instrumentos de gestión ambiental que ayudan en la convivencia entre las actividades productivas y el ser humano, salvaguardando el ecosistema marítimo. La industria Pesquera en sus inicios implemento el agua del mar como medio de transporte para el bombeo de la materia prima, anchoveta, esta agua en su mayoría era vertida al mar sin ningún tipo de tratamiento, conjuntamente transportando los restos de anchoveta, sean piel, tejidos, escamas, viseras y grasas por eso es importante un plan para el tratamiento de las aguas residuales que consisten en pasar por una serie de etapas físicas, químicas y biológicas donde el resultado será disminuir los contaminantes presentes en el agua. Hay muchas maneras de conceptualizar lo que significa un efluente, y dada nuestra investigación hemos definido un concepto de lo que significa un efluente industrial, considerando su proceso, lugar de tratamiento y medio ambiente, llámese efluentes a todas de aguas producidas por procesos industriales evacuadas al medio ambiente que producen un alto impacto negativo donde sus efectos son degenerativos con los ecosistemas. En este sentido todas las emisiones, ya sean de forma

líquida o sólida, como olores, ruidos y radiaciones serán considerados como efluentes y según su origen doméstico o industrial.

En el artículo científico de MALACATUS, Paul. Con nombre “Generación de efluentes en el proceso de extracción de aceite crudo de Palma en el Ecuador” sostiene La materia orgánica presente en el agua residual influye mucho en el grado de complejidad del tratamiento al cual es sometida este, cabe señalar que se identificaron fracciones de materia e identificando algunos tipos, luego de ser sometidas a una serie de tratamientos, se realizó procedimientos en los que la clarificación primaria desempeño un papel importante para aquella materia fracción no biodegradable por mostrar resultados con niveles aceptables y favorables, la fracción de este tipo de materia orgánica fue adquiriendo mayor protagonismo en el agua residual, a medida que avanzó el grado de tratamiento, incrementado su valor desde 19%, en el afluente, hasta 45%, en el efluente de la laguna de sedimentación. (MALACATUS, 2017)

La pesca se ha convertido en la fuente más segura de alimentos balanceados producidas en el Perú para el mundo, pero a lo largo del tiempo estas mismas industrias pesqueras han dado lugar a incontables accidentes que a lo largo de los años han contaminado los recursos terrestres, atmosféricos y acuáticos, siendo estos mismos las fuentes de sus recursos productivos, con materiales y sustancias tóxicas o llámese cualquier otro tipo de contaminantes, los cuales amenazan la integridad de los seres humanos y sus ecosistemas naturales poniendo en riesgo la salud, este tipo de efluentes contienen elevados residuos orgánicos que atentan en el desarrollo y la mortalidad de las especies marinas a lo largo de la zona costera, del distrito de Chimbote.

Por otro lado, nuestro país, gracias a su ubicación geográfica, tiene amplios recursos. Tenemos tres regiones: costa, sierra y selva, todas con características específicas para producción y agricultura, además de conexiones mundiales que facilitan el comercio. Todas estas cualidades son nuestras ventajas comparativas. Si bien es cierto la industrialización es un punto importante para el desarrollo de cualquier país, porque aumenta la demanda de productos, y la extracción de materia primas, no podemos dejar de mencionar que este proceso trae consigo puntos a tratar como es el consumismo, sin embargo, hoy en día la sociedad es considerada una sociedad consumista de masas, un concepto muy definido

en sociología y economía, que define al tipo de sociedad que sitúa en el proceso de la etapa avanzada en el marco del desarrollo industrial capitalista, distinguiéndose por tener un alto índice de consumo en altas cantidades sobre servicios y bienes que se encuentran al alcance de las mismas logrando de esta manera elevar la producción para cubrir la demanda. Es por eso que nuestra sociedad está ligada a la economía de mercado que define el concepto de capitalismo, comprendiéndose el significado de economía de mercado a la sociedad que encuentra el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda, mediante el libre tránsito de capitales, inversiones, personas y productos, sin que el gobierno estatal tenga alguna intervención.

La sociedad capitalista industrial se ve representada en la sociedad actual de consumo de masas: Empezaremos por la década del siglo XIX, se consolida e unifica la Italia que hoy conocemos por un lado, y la república de Alemania por el otro, entonces se comenzó a dar un rápido crecimiento en los rubros industriales, científicos, técnicos y mercantiles se conocerá como la segunda revolución industrial, de esta manera como efecto de contribución se incrementaron los sueldos mediante la modificación de las legislaciones, teniendo en cuenta que la alta demanda interna generaba el aumento de los beneficios. Frecuentemente se relaciona la aplicación de la cadena de montaje implementada por Henry Ford por los años 1909 como un verdadero hito en la industria de la fabricación de autos, permitiendo la reducción de costos de fabricación y la notable disminución de precios en el producto final; es por eso que es considerado el ejemplo más representativo de un proceso mucho más complejo y amplio. Posteriormente en la etapa de la depresión por los años 1929, se establecieron criterios sobre las teorías de J. M. Keynes, que promueve el crecimiento de la demanda de los consumidores privados; estas políticas se propagaron rápidamente en el mundo donde gobernaba la sociedad capitalista, en las décadas que comprenden los años 50 y 60. Existe un debate por quienes afirman sobre la bueno o malo que tiene la sociedad de consumo pero en resumidas cuentas siempre se concluye que este debate tiene más un fin ideológico o también llámese de carácter ético descartando el punto de vista económico, es por eso que las sociedades de consumo no encajan en un estado avanzado de las sociedades industrializadas que tienen el objetivo de satisfacer las necesidades de sus consumidores; siendo la economía la ciencia que se encarga de la satisfacción de las necesidades del ser humano con los recursos que contempla en su medio ambiente, es por eso que al día de hoy

se plantea cuanto y en qué medida la actual sociedad de consumo llega a cubrir la gran totalidad de nuestras necesidades o se está destinando las fuentes de nuestros recursos en la satisfacción de caprichos y sobre stocks, dejando de cubrir las verdaderas necesidades de las personas.

La crítica con más frecuencia que se realiza a las sociedades de consumo es donde se afirma que se caracterizan por haberse "rendido" y no hacer frente al sistema que rigen las fuerzas capitalistas y por lo tanto su cultura y forma de vida estarán regidas a los productos que este tipo de sociedad ponga en las diferentes clases de mercados. De esta manera los diferentes tipos de consumidores perderían la esencia que caracteriza al ser humano pasando a ser considerados una masa de seres manipulables que se les pueden influenciar utilizando el marketing, utilizando métodos que llegan a crear "falsas" necesidades. La sociedad consumista desde el punto productivo e industrial contempla el rango de insostenibilidad ya que representa una gran amenaza para el medio ambiente, la explotación de los recursos renovables y no renovables de forma natural e industrial y el vertimiento de los desechos sólidos generan una gran amenaza para la restitución de los mismos, la naturaleza deja de regenerarse por el quiebre de los ecosistemas dando paso al desabastecimiento de productos de primera necesidad para la supervivencia de los consumidores. El mundo está gobernado por una gran desigualdad económica que se traduce en que los países pobres que cuenten con recursos naturales aptos para procesar productos de primera necesidad concentren su producción a países ricos e industrializados, dejando de lado la demanda interna de sus propios mercados ya que son este tipo de sociedades los que pagan en creces por la gran solvencia económica que representan. Los enfoques presentados se entrelazan y señalan que si la gran cantidad de países alcanzara un alto nivel económico los recursos de nuestro planeta se acabarían en poco tiempo, produciendo problemas políticos, económicos y éticos, cuando hablamos que la sociedad es consumista no solo se limita a bienes sino también a servicios ya que este último está tomando más importancia en las sociedades que buscan mayor disponibilidad de renta y tiempo libre. Es por ello que este tipo de sociedades presentan críticas en este sentido por la manipulación de información, al grado de "moldear" a los consumidores para convertirlos en los "consumidores ideales" que son del agrado de grandes empresas con el poder de realizarlo. De esta manera el conformismo inunda en muchos sentidos nuestras actividades cotidianas por el nivel de confort traducido en conformarse con

lo que llega a nuestro alcance tienen un rol importante el tipo de sociedad en la cual vivimos que influye a que las personas sigan rutinas, y ocupaciones de los cuales es muy difícil librarse. Mostrando una actitud de conformismo por su presente y futuro porque se resignan por no tener educación y dedicarle el tiempo suficiente para analizar el modo de vida y su influencia donde lo rodea mostrando poco interés en los que podría lograr aceptando la satisfacción de una sociedad consumista.

En el día a día se reflejan las variaciones sobre el costo de los bienes y servicios que adquirimos que tienen alto grado de importancia para el hombre. Tomaremos el siguiente ejemplo, el precio de la harina de pescado varía de acuerdo a la demanda del mercado extranjero es por eso que su precio llega a variar comparando los resultados de las distintas temporadas de pesca pagándose un precio muy distinto al día de hoy. La economía se está basando en decisiones que los agentes participantes llámense productores y consumidores realizan con tal de abastecer la demanda de sus mercados aprovechando los recursos que el mar ofrece para el proceso de harina de pescado, mediante los costos y beneficios registrados en el mercado peruano y mundial, donde intercambian sus productos y bienes para establecer sus precios de compra y venta. Conociendo adecuadamente el fluctuante comportamiento económico de los mercados hará que nos permita el rol económico de la empresa y su participación en el mercado sobre futuras ventas.

Un punto importante que debemos señalar volviendo a uno de los puntos importantes de este proyecto respecto al cuidado del medio ambiente, es el cuidado del mismo es importante resaltar el uso de tecnología que nos ayude a optimizar procesos, sino que también la implementación de sistemas, equipos que ayuden a un mejor proceso de producción, por lo que es importante la investigación en general, la investigación es una herramienta que ayuda al ser humano en la sociedad a generar métodos, proyectos para un mejor desenvolvimiento. Corporación Hayduk contempla el uso de tecnología avanzada teniendo como objetivo principal el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en el Artículo 1° Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la industria de harina y aceite de pescado, minimizando la contaminación marina y logrando recuperar al máximo los sólidos suspendidos y el porcentaje de grasas presentes en el agua de bombeo que se producen en las bodegas de nuestras embarcaciones de pesca, se utiliza agua de mar para poder transportar la

anchoveta para su posterior proceso y transformación en harina. Corporación Hayduk es una de las pocas empresas 100% de capital peruano que cuenta con 26 años de tradición pesquera y espíritu emprendedor basándose en una producción sostenible e implementando en todos sus procesos la mejora continua. Aprovechando los conocimientos y la experiencia directa de sus colaboradores, gente estrechamente ligada al mar, consolidados por el profesionalismo y compromiso formando un excelente equipo de expertos que trabajan en cada una de las áreas de la empresa que los convierte en una de las principales y mejores pesqueras del Perú y el mundo.

Corporación Hayduk ha construido y basado sus objetivos en las expectativas de crecimiento y respeto al medio ambiente. Su visión los ha llevado al reconocimiento dentro del sector pesquero al producir una amplia línea de alimentos saludables para el consumo humano directo e indirecto traducidos en la gran satisfacción de sus clientes. Corporación Hayduk asume el futuro como un mundo por conquistar de esta manera propondrán proyectos que ayudaran a mantener la línea trazada que nos permita estar a la vanguardia en tendencias y tecnología, permitiéndonos mantener la esencia de la empresa: Ser pesqueros y ser peruanos cuya misión está basada en la razón de satisfacer las necesidades nutricionales, mejorando la salud con recursos marinos, comprometidos con su sostenibilidad y respeto al medio ambiente y más aún nuestra visión la de ser líderes de la industria pesquera en el Perú, mediante la satisfacción de los clientes, la realización de nuestros colaboradores y eficiencia. Si bien es cierto el tratamiento de efluentes es un factor importante en estos días, por el impacto que puede generar en el medio ambiente por un mal tratamiento, que consigo trae consecuencias que pueden provocar enfermedades, alergias que pueden ser mortales para el ser humano que habita a sus alrededores.

Un factor importante que debemos tomar en cuenta es el impacto que tiene la grasa cuando no hay un correcto tratamiento del efluente, en esta ocasión viendo desde un punto de vista económico el mal tratamiento implicaría un demanda adicional de producto químico (Floculante y coagulante) para tratar de maximizar la separación de grasa , lo que generaría una elevación de costos ,por lo tanto se notara una deficiente separación de grasa, ya que eso con lleva en primera instancia porcentaje de grasa alto en el keke de la separadora ambiental, del cual será incorporado al proceso mezclándose con el keke proveniente de la prensa

provocando un aumento considerable de la grasa en el scrap que se va transportando hacia los secadores que en breve instancia se verá reflejado el producto final que es la harina. Otro punto para considerar es analizar el producto que se está obteniendo el cual en un breve o mediano tiempo será entregado al cliente, por lo que cabe señalar que el porcentaje elevado de la grasa en la harina tiene un número especificado entre intervalos que se maneja en un cuadro de parámetros que se debe cumplir, mencionamos este factor por que cabe señalar que la harina en sacos es apilada en rumas que se almacenan provisionalmente en pampas o almacenes expuestos carentes de techos permitiendo la exposición a temperaturas de ambiente inestables que podrían alterar la calidad del producto hasta la entrega final. Cabe señalar que estos factores climáticos no se pueden manejar ya que son propias de la naturaleza, una de ellas son el calor o la humedad, mencionamos en esta oportunidad el calor ya que las altas temperaturas pueden ser perjudicial si obtuvimos una harina con alto contenido en grasas, ya que sometidas a estas temperaturas, sin dejar de mencionar un bajo contenido de antioxidante, puede provocar que la harina se quemé, ya que la grasa sometida a altas temperaturas y por propiedades químicas reaccionaria generando una combustión, esa deficiencia en el producto será considerado como una falta, y para el producto final se le denotara como un producto no conforme. Por eso es de gran importancia una buena separación de las grasas en los efluentes ya que en su tratamiento se obtendrá un sub producto que será incorporado al principal producto de elaboración, un mal tratamiento y/o separación de grasa sería perjudicial para nuestro producto.

La harina de pescado tiene al día de hoy el gran reconocimiento por parte de expertos nutricionistas como el alimento balanceado con la más alta calidad proteica entre sus componentes que facilita la digestión que al incorporarse en la dieta de alimentación ganadera y también de gran aceptación. Nuestro país es considerado uno de los primeros grandes productores y exportadores de harina y aceite de pescado a nivel mundial considerándose como la actividad más importante al sector pesquero por los altos márgenes de utilidad bruta generando más fuentes de trabajo. La pesca en el Perú a lo largo del sector costero representa la principal actividad de la cual cientos de familias dependen de su acción extractiva en embarcaciones de pequeña mediana y gran escala como por ejemplo las embarcaciones Ivana y Jadranka con una capacidad extractiva de 500 tm que cuentan con sistema de refrigeración o frío, pertenecientes a la empresa Corporación Hayduk S.A. En promedios generales nuestro

país cuenta con un volumen de captura de alrededor de 5 millones de toneladas al año, actualmente se tiene el modelo de sistema de capturas por cuotas aplicado a cada empresa y embarcaciones de sus propiedades siendo la gran reforma en el sector pesquero con la promulgación del Decreto Legislativo N° 1084 - Ley sobre límites máximos de captura por embarcación. A lo largo de la presente investigación se considerara la identificación de los factores que determinan la exportación de harina y aceite de pescado con el objetivo de determinar si la extracción y su posterior proceso y transformación de la anchoveta peruana, principal ingrediente de la harina de pescado, en quien también recae la explicación de los altos volúmenes de nuestras exportaciones, como un segundo enfoque este producto está dirigido exclusivamente en forma de alimentación al consumo humano indirecto(CHI), si llegamos a analizar la demanda del mercado extranjero podremos tener una perspectiva sobre el comportamiento y su influencia que llegara a tener uno de los productos característicos y más del Perú.

1.2 Trabajos previos.

A continuación, se detallan trabajos realizados que guardan relación con el presente estudio:

Programación lineal.

La programación lineal se aplica a modelos de optimización en los que las funciones objetivo y restricción son estrictamente lineales. La técnica se aplica en una amplia variedad de casos, en los campos de agricultura, industria, transporte, economía, salud, ciencias sociales y de la conducta, y militar. (Taha, 2012, p 11)

Nivel internacional.

En la tesis de ROSERO, Cesar y FIERRO, Cesar (2017). Con el título “Modelo de programación lineal para un sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP) en la empresa de calzado de seguridad industrial MARCIA”. En la ciudad de Ambato. Con motivo de obtener el grado académico de ingeniero industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Facultad de tecnología. El presente trabajo tuvo como objetivo la adaptación de un modelo de programación lineal en un cronograma de requerimiento de insumos en la industria de calzado de la provincia de Tungurahua. Para el desarrollo de este

proyecto de investigación se utilizaron varias técnicas de Ingeniería Industrial para alcanzar a realizar una planeación adecuada a las necesidades de la empresa, entre las cuales están: el estudio de tiempos, levantamiento de procesos mediante ingeniería de métodos, cálculo de pronósticos, análisis de costos internos y externos dentro de la empresa, planeación agregada y por último plan maestro de producción. El MRP además requiere de una lista de materiales (BOM) la misma que se detalla con sus costos por material, tiempo de entrega y costo de pedido, información que es pertinente para desarrollar un MRP tanto de forma manual como el que se desarrolla con el modelo de programación lineal. El autor concluyo poniendo en práctica técnicas de planeación, calculando cual es la más viable para la empresa, comparando costos de pedido, costos de mantener inventario y costos de realizar las compras teniendo como resultado la cantidad de insumos que debe tener en almacenes. La reducción de costos y la toma de decisiones son aporte de consideración para nuestro proyecto.

En la tesis de BOHÓRQUEZ, Jhon y SÁNCHEZ, Cristian. (2015). Con el título “Desarrollo de un modelo matemático para la asignación y rotación de personal para la compañía prestada del SITP; Este es mi bus S.A.S”. En la ciudad de Bogotá. Con motivo de obtener el grado académico de ingeniero de producción, de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia. Facultad de tecnología. El presente trabajo tuvo como objetivo hacer uso de la modelación matemática para el estudio e implementación de métodos eficientes que optimicen los problemas de programación y asignación del sistema, cumpliendo con las normas y restricciones específicas del mismo mejorando la flexibilidad de operación del sistema. Donde el autor concluyo que un elemento primordial en una operación de transporte masivo es administrar óptimamente sus recursos, por lo tanto, diseñar los turnos y generar una adecuada rotación de conductores, es determinante para el cumplimiento de los recorridos, seguridad y confiabilidad de la operación. La aplicación de la investigación de operaciones en el modelo consolidado, proporcionará una representación de la situación real, que permita manipularse en su comportamiento y, agregar los análisis requeridos para la toma de decisiones técnicas requeridas en la administración de este tipo de operación, nos servirá como guía para la administración de nuestros recursos operativos dentro del campo de investigación de nuestro proyecto.

Nivel nacional.

En la tesis de MONJA, Merly y SEDAN, Manuel. (2016). Con el título “Aplicación de programación lineal en la planeación y programación de la producción de azúcar, para mejorar la productividad de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A”. En la ciudad de Pimentel. Con motivo de obtener el grado de ingeniero industrial, de la Universidad Señor de Sipán. Facultad de ingeniería arquitectura y urbanismo. El presente trabajo tuvo como objetivo minimizar los costos de la cantidad de horas por turno de trabajo sin afectar la producción, el cual se encuentra inmerso en un conjunto de restricciones de disponibilidad de recursos humanos, económicos o de requerimiento de insumos, se elaborará un plan y programa de producción de azúcar para mejorar la productividad en Agroindustrial Pomalca. Donde el autor concluyo utilizar el método de entrevistas para obtener datos, guías de análisis de documentos y graficas de dispersión, utilizando el software TORA para el uso de problemas de programación lineal (PL) de forma sencilla y muy rápida. La herramienta de programación lineal (PL) es de gran utilidad en la actualidad sobre todo en el ramo industrial en el momento de determinar un programa óptimo de producción, sirviendo como ejemplo de punto de partida en la elaboración de nuestro proyecto.

En la tesis de RIVEROS, Daniel. (2015). Con el título “Aplicación de la investigación de operaciones al problema de la distribución a una empresa logística”. En la ciudad de Lima. Con motivo de obtener el grado de ingeniero industrial, de la Universidad Mayor de San Marcos, facultad de ingeniería industrial. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un modelo matemático que permita apoyar la toma de decisiones tácticas frente. Donde el autor concluyo la investigación de operaciones, es una buena alternativa para la solución de problemas en los procesos logísticos de distribución. La herramienta de gestión planteada en el trabajo de tesis, permite obtener resultados prácticos para la labor de la distribución.

En la tesis de ARIZACA, Luz y CABALLERO, Corsina. (2015) Con el título “Aplicación de modelos matemáticos en el tratamiento de efluentes provenientes de la industria utilizando el proceso de oxidación avanzada”. En la ciudad de Arequipa. Con motivo de obtener el título de ingenieras químicas, de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos. El presente trabajo tuvo como objetivo aplicar los modelos matemáticos en el tratamiento de efluentes provenientes de la industria utilizando el proceso

de oxidación avanzada FENTON. Donde el autor concluyo, el análisis de la influencia de las variables permitió obtener las condiciones de operación más favorables, siendo estas las concentraciones de $[Fe(II)] = 100 \text{ mg. L}^{-1}$ y de $[H_2O_2] = 30\%$.; tanto desde el punto de vista eco técnico, en base a la eficacia final del tratamiento y a la calidad del efluente tratado. En base a los resultados obtenidos se logró obtener un modelo matemático. El modelo y la aplicación de la programación en proceso de operación ayudara a nuestro proyecto en la toma de decisiones por el grado de similitud y poder comparar realidades.

En la tesis de GUTIÉRREZ, Keila. (2017). Con el título “Optimización del presupuesto de obra utilizando la programación lineal en la partida de encauzamiento de la defensa ribereña del río Chicama: sector Careaga -Cartavio –La Libertad”. En la ciudad de Cartavio. Con motivo de obtener el título de ingeniero agrícola, de la Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de ciencias agropecuarias. El presente trabajo tuvo como objetivo aplicar un modelo matemático de programación lineal, para los movimientos de tierra, en la partida de encauzamiento de la defensa ribereña del río Chicama ubicado en el sector Careaga, teniendo en cuenta los diferentes tipos de maquinaria para realizar las operaciones (maquinaria I: Bulldozer y maquinarias II: volquete y excavadora). Donde el autor concluyo que se podrá optimizar el uso de los recursos, tanto para la distribución de volúmenes de materiales que deben transportarse desde el centro de producción (cauce de río) hasta el centro de consumo (Dique) estableciendo nuevo presupuesto para cada grupo de maquina en función a la progresiva del cauce y su relación con la progresiva del dique. El criterio operacional de equipos, la optimización de los recursos servirá como modelo guía para nuestro proyecto.

En la tesis de CARBONEL, Teresa. (2015). Con el título “Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L”. En la ciudad de Trujillo. Con motivo de obtener el título de Ingeniero Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo. Facultad de ingeniería industrial. El presente trabajo tuvo como objetivo planificar las rutas de reparto de carga a través de un modelo matemático para minimizar los costos del reparto de cargas de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. El estudio se aplicó a los 275 principales clientes de esta empresa, de los cuáles se escogió por muestreo de poblaciones finitas a 161 clientes, realizándose un estudio pre test y pos test, a quienes se aplicó un cuestionario que mide la satisfacción de la calidad del servicio de

reparto, luego se procedió mapear a los 45 clientes insatisfechos en Google MAPS y medir las distancias entre nodos obteniendo la zonificación de 5 clusters por cercanía de puntos, seguido se calculó los costos operativos por hora de mano de obra, mantenimiento y combustible y se desarrolló el modelo matemático de algoritmo de pétalos en LINGO System siendo la función objetivo minimizar los costos del reparto de carga y las restricciones de demanda, capacidad, tiempo total, hora de salida y kilometraje del vehículo. Teniendo como resultados una reducción del 43.7% los costos de reparto y un 49.9% de distancia recorrida. Donde el autor concluyo que los impactos del modelo matemático en los costos del reparto fueron corroborados con la prueba estadística te de student, dando un valor ($p=0.017$) menor que 0.05, lo cual permitió aceptar la hipótesis del modelo matemático de planificación de rutas si minimiza los costos del reparto de carga. Podemos encontrar el uso de la herramienta de prueba estadística te de student, la cual será usada en nuestro proyecto sirviendo como antecedente para la elaboración de la misma.

En la tesis de DÍAZ, José. (2013). Con el título “Programación lineal modelo para minimizar la merma en el proceso de cortes de rollos de película para la elaboración de fotolitos empresa grupo Digigraf S.A.” En la ciudad de Lima. Con motivo de obtener el título de licenciado en investigación operativa, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de ciencias matemáticas. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un Modelo de Programación Lineal para determinar en el rollo de Película Estándar los cortes adecuados que permitan obtener el menor desperdicio. Donde el autor concluyo, la demostración del análisis Situacional es una herramienta muy potente poco explorada a nivel local, la cual nos brinda óptimos resultados que contribuyen al buen desarrollo de nuestro plan de producción ya que nos permite identificar cuando dónde y cómo se puede modificar los procesos. La programación lineal brinda el soporte para poder identificar nuestros modelos a solucionar y utilizando el método Simplex para obtener una solución factible que permita optimizar el consumo de los materiales para la producción.

En la tesis de HUAYNASI, Alex. (2016). Con el título “Optimización de rutas de transporte para mejorar la productividad en la Empresa Intervega S.A.C, 2016”. En la ciudad de Lima. Con motivo de obtener el título de ingeniero industrial, de la Universidad Cesar Vallejo. Facultad de ingeniería. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar como la aplicación

de métodos de transporte influye en el incremento de la productividad en la empresa Intervega S.A.C, Comas - 2016. Esto como respuesta al problema: ¿De qué manera la Optimización de rutas de transporte mejora la productividad en la empresa Intervega SAC, 2016? La investigación se desarrolló bajo un diseño cuasi - experimental, con enfoque cuantitativo, en el cual la muestra estuvo conformada por 25 días hábiles. Donde el autor concluyo que, para mejorar la información requerida, previamente se validaron los instrumentos y se demostró la validez y confiabilidad, mediante la técnica de juicio de expertos; la técnica que se emplearan son las fichas de observación y la guía de análisis de contenidos. El uso de los instrumentos y su validez serán la base de la investigación de nuestro proyecto.

En la tesis de CASTILLO, Frank. (2016). Con el título “Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L.” En la ciudad de Cajamarca. Con motivo de obtener el título de ingeniero de minas, de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería. El presente trabajo tuvo como objetivo presentar una eficacia muy superior y así mismo puedan emplear al máximo los recursos obtenidos, de esta forma se podrán cumplir con las metas en la operación para poder tener una producción superior a lo estimado. Minera Toquepala, tuvo como objetivo mejorar el sistema de despacho Jigsaw – Leica, es optimizar sus procesos de carguío y acarreo para de esta forma utilizar al %100 los recursos y se pueda llegar más allá de los niveles de producción requeridos por la empresa. Donde el autor concluyo, aplico unos cálculos a través del sistema que permitirá identificar el rendimiento eficaz, así misma ira asociado con un nivel por la mala utilización del sistema por parte del operador. Esta fórmula se aplicará a través de un proceso de estudio, el cual brindará un porcentaje de aprendizaje tanto de los operadores como despachadores, esto ira asociado a unas alarmas del sistema el cual proporciona un resultado óptimo que se debería dar en la operación, Luego, mediante evaluaciones se mide el nivel aprendido. En base a este procedimiento se concluirá que sí hay una mejora en el manejo del sistema de despacho Jigsaw – Leica, además se tomará en cuenta la mejora del costo de producción teniendo como punto de partida una buena configuración para la flota de carguío y acarreo. El presente trabajo da a notar la diferencia en los niveles de producción, a través de esto se tomará en cuenta el conocimiento obtenido

por la parte operacional y si amerita una evaluación la que identificará el nivel de aprendizaje en cuanto al sistema de despacho.

Separación.

Nivel nacional.

En la tesis de SALAS, Jimmy. (2014). Con el título “Optimización de la separación Pb - Cu a base de CNNA en planta concentradora compañía minera Quiruvilca”. En la ciudad de Arequipa. Con motivo de obtener el título de ingeniero metalúrgico, de la Universidad nacional de San Agustín. Facultad de ingeniería de procesos. El presente trabajo tuvo como objetivo optimizar un movimiento de flotación en todo el equipo durante la etapa de concentrado, el desbaste del procesamiento de minerales mediante el uso articulado de diseños experimentales y una estrategia apropiada. Donde el autor concluyo que se deben obtener las condiciones óptimas de una manera rápida, eficiente y confiable. La optimización está orientado al uso de tecnología de separación físico y tratamiento químico, durante el proceso de concentrado de minerales donde se presentan problemas operativos que dificultan la recuperación de un metal en forma de concentrado. Las condiciones óptimas de operación serán punto a comparar para optar por las acciones correctivas y recomendaciones dadas en el presente proyecto.

En la tesis de QUISPE, Sinthia y SOLORZANO, Rosario. (2015). Con el título “Separación de ácidos grasos libres, caratenoides y tocoferoles contenidos en aceite de aguaje (*Mauritia flexuosa*), mediante destilación discontinua a vacío y cromatografía preparativa en columna”. En la ciudad de Puerto Maldonado. Con motivo de obtener el título de ingeniero agroindustrial, de la Universidad Nacional Amazónica De Madre De Dios. Facultad de ingeniería agroindustrial. El presente proyecto tuvo como objetivo aumentar de la demanda de productos de origen natural que tienen propiedades nutritivas en la elaboración de productos alimentarios, farmacéuticos y cosméticos, motiva el desarrollo de procesos para fraccionamiento de metabolitos secundarios; en esta perspectiva, la separación de ácidos grasos, éarotenoides y tocoferoles contenidos en el aceite crudo de la pulpa de Aguaje (*Mauritia flexuosa*) por destilación discontinua en vacío seguido de cromatografía preparativa se torna de interés para la agroindustria, más aún el establecimiento de las

condiciones adecuadas de operación con tal de obtener mayores concentraciones de J3-caroteno, a-tocoferol y el ácido palmítico, cuyo conocimiento teórico-práctico es limitado. Donde el autor concluyo en ese contexto experimentalmente se ha determinado las condiciones de operación de los procesos de destilación discontinua a vacío (2-7 mBar), previa esterificación, obteniéndose destilados de ácidos grasos libres y productos fondos constituidos de tocoferoles y carotenoides; estas últimas, sometidas a una posterior separación por cromatografía preparativa en columna (Temperatura de 20 y 40°C), utilizando como fase estacionaria Sílica-Gel 60 (0.063 - 0.200mm) y fase móvil mezclas de solventes orgánicos Hexano y éter etílico (80:20 v/v). Se utilizó el método diseño de superficie de respuesta - diseño compuesto central (DCC), bajo el cual se realizó las pruebas experimentales y los resultados analizados a través del ANOVA con una confiabilidad del 95 %, así mismo se estableció los estadísticos como el coeficiente de determinación $R^2 \sim 1$.

En la tesis de VIEYRA, Gelacio. (2014). Con el título “Recuperación de lodos del agua de bombeo en la producción de harina de pescado”. En la ciudad de Lima Con motivo de obtener el título de ingeniero químico, de la Universidad Alas Peruanas. Facultad de ingeniería industrial. El Perú es uno de los países que posee una riqueza de fauna marina en las 200 millas del mar territorial y que tiene gran actividad de operaciones extractivas pesqueras del sector industrial para procesamiento y transformación en productos como es la harina y aceite de pescado utilizados en el consumo humano indirecto, CHI. Asimismo, para el sector de pesca extractiva artesanal se realizan operaciones costeras para el consumo humano directo, CHD. El presente proyecto tuvo como objetivo determinar que, en el agua residual del proceso, pueden ser recuperados como lodos mediante un subproceso final el cual es propuesto en esta tesis, para reinsertarlos a la línea de producción nuevamente. Se ha analizado el proceso de producción industrial de harina de pescado, la materia prima es la anchoveta que viene en su proceso con características que se transforman en parámetros requeridos para calificar como materia prima aceptada para la producción. Se consideró las etapas de almacenamiento primario, cocinado, prensado, secado, molienda y ensaque; la característica del producto va cambiando en su constitución original hasta convertirse en harina y aceite de pescado, producto terminado destinado a la exportación a países europeos, asiáticos y sudafricanos principalmente. Donde el autor concluyo, la actividad productiva industrial, genera una gran cantidad y variedad de residuos en la producción, de los cuales se

destacan para este trabajo el agua residual de bombeo, que contiene en su constitución una gran cantidad de sólidos en suspensión y grasas que aumentarían el rendimiento de producción. El optimizar nuestros recursos serán uno de los objetivos específicos tal cual se presenta en el presente trabajo de investigación.

En la tesis de ROMERO, William y RODRÍGUEZ, Edy. (2014). Con el título “Propuesta de un sistema de depuración del agua de bombeo utilizando el método de flotación con aire disuelto (daf) y floculantes para reducir los niveles de contaminación en la empresa pesquera Hayduk s.a. – Malabrigo”. En la ciudad de Trujillo. Con motivo de obtener el título de ingeniero químico, de la Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de ciencias biológicas. El presente proyecto tuvo como principal objetivo reducir el problema ambiental que enfrentan las empresas de harina de pescado, la contaminación de las aguas marinas debido a los diversos efluentes que generan. Ante esta realidad se planteó la aplicación del método de Flotación con Aire Disuelto y uso de floculantes en el sistema de depuración del agua de bombeo de la Empresa Pesquera Hayduk S.A. – Malabrigo con la finalidad de reducir los niveles de contaminación. Donde el autor concluyó que, si se produce una reducción significativa de los indicadores de contaminación, entonces se habrá reducido los niveles de contaminación, los indicadores ambientales señalan logros importantes como una reducción de consumo de agua en el origen y de energía en el orden del 25% y 20%, respectivamente. Así mismo la recuperación de grasas y sólidos aumenta. Se tomara como antecedentes el manejo operacional, criterio y el sistemas de tratamiento y con el uso de la programación lineal mejoraremos y optimizaremos el proceso productivo.

En la tesis de ZUMARÁN, Alonzo y RONDÓN, Gudelia. (2014). Con el título “Efectos y recuperación de los sistemas analíticos generados en las diferentes etapas del Overtreatment en una planta pesquera”. En la ciudad de Arequipa. Con motivo de obtener el título de ingeniero químico, de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de ingeniería de procesos. El presente proyecto tuvo como objetivo poder determinar mediante experiencias y el análisis de otros trabajos realizados en diferentes empresas pesqueras a nivel nacional; de los cuales se ha podido realizar una determinada recolección de datos y mejores maneras del aprovechamiento en la recuperación de sólidos y grasas de los efluentes generados en el proceso de producción de Harina y Aceite de pescado. Donde el autor concluyó que la

propuesta que regula los desechos líquidos por el Ministerio de la Producción, parte como base para lograr reducir los altos índices de contaminación ambiental en el mar, así mismo existe un propósito común a nivel de todas las empresas pesqueras, el cual está determinado por la eficiente y adecuada recuperación de los sólidos y grasas inherentes a la materia prima, que en un principio se eliminaba al mar sin tener ninguna contemplación por este recurso. Actualmente este método de trabajo ha originado un cambio sustancial en cuanto al mejoramiento de equipos, así como también a la adecuada adquisición de los mismos, generándose a través de ellos un incremento en la recuperación de aceite y generación de harina lo cual beneficia a los inversionistas pesqueros que ven como su inversión se torna rentable en muy poco tiempo.

En la tesis de BURGOS, César. (2014). Con el título “Tratamiento del agua de bombeo para la recuperación de aceite y sólidos en la empresa pesquera tecnológica de alimentos S.A.” En la ciudad de Arequipa. Con motivo de obtener el título de ingeniero químico, de la Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de ingeniería de procesos. En este trabajo el agua de bombeo formo parte del fluido mediante el cual el pescado es bombeado desde la chata a la planta harinera, siendo transportado por una tubería y recepcionado en unos equipos llamados desaguadores para la separación. Debido al deterioro del pescado durante la captura, transporte y bombeo, este fluido contiene grandes cantidades de aceites, grasas y sólidos que, de ser vertida al mar sin previo tratamiento, El presente trabajo tuvo como objetivo reducir el problema de la contaminación marina, atentando contra el equilibrio ecológico en general. La recuperación de sólidos y aceite a partir del tratamiento del agua de bombeo que consta de las siguientes fases: Recuperación Primaria Primera Etapa (sólidos mayores filtrados), Recuperación Primaria Segunda Etapa (recuperación de espumas) y la Recuperación Secundaria (recuperación de sólidos). Donde el autor concluyo en este informe el proceso de recuperación de los sólidos y aceite a partir del tratamiento del agua de bombeo, el cual permite una recuperación del 95% de los sólidos y grasas presentes que hasta hace pocos años eran descargados directamente en el mar, y que hoy mediante este tipo de tecnologías con equipos como el Trommel para la recuperación de solidos mayores, DAF y Trampa de Grasa que son recuperadores de espuma y Celda de flotación con la Separadora Ambiental para la recuperación de sólidos y evacuación de efluentes por debajo de los LMP. La rentabilidad y viabilidad del tratamiento ha permitido que la empresa TASA – Planta

Samanco en los últimos cinco años haya producido 1309.13 TM de aceite y 1963.4 TM de los sólidos tratados. Esto significa el 15% y 5% de ganancias de la producción de harina y aceite de pescado respectivamente lo que anima a la realización y mejora en la etapa física del Pama en Corporación Hayduk S.A.

En la tesis de NÚÑEZ, Claudia. (2014). Con el título “Recuperación de sólidos del agua de cola por coagulación-floculación y cuantificación de histamina”. En la ciudad de Lima. Con motivo de obtener el título de ingeniero pesquero, de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de pesquería. El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo desarrollar un procedimiento de recuperación de sólidos del agua de cola, con bajos contenidos de histamina, utilizando la técnica fisicoquímica de coagulación-floculación y caracterizar el lodo recuperado, el líquido residual y los sólidos recuperados (lodo seco). Se demostró que fue posible la recuperación de sólidos del agua de cola utilizando la técnica fisicoquímica de coagulación-floculación con bajos contenidos de histamina. Donde el autor concluyó que la reducción del contenido de histamina en el lodo recuperado fue de 70.6 % respecto al contenido inicial en el agua de cola. El empleo de 5 ml del Compuesto C (coagulante) y 10 ml del Compuesto H (floculante), permitió reducir la turbidez del líquido residual del agua de cola separada por decantación natural de 33,838 NTU hasta 49.1 NTU, ello representó una reducción de 99.85 %. Para el caso de separación con centrífuga, la reducción fue de 99.7%. La relación óptima del coagulante: floculante: agua de cola, en el proceso fisicoquímico de floculación, fue de 1:2:20. Según el balance de materia, los sólidos en el lodo recuperado fueron de 38.63 % de los sólidos totales presentes en el agua de cola, el remanente de los sólidos (61.37%) permaneció en el líquido residual. El contenido de proteína en los sólidos recuperados fue similar al que presenta la harina de pescado de tipo FAQ. La amino grama realizado en los sólidos recuperados del agua de cola indicó que el triptófano fue el aminoácido limitante, por lo cual es recomendable que los sólidos recuperados se reintegren al proceso productivo de harina de pescado, un nuevo antecedente donde se logra utilizar casi un 100% de los recursos sirviendo como guía para nuestro proyecto.

Nivel internacional.

En la tesis de MATIAS, Víctor y PALACIOS, Jeison. (2015). Con el título “Estudio técnico para la implementación de un sistema de separación de aguas oleosas con el fin de reducir la contaminación del suelo en el tecnocentro Santa Elena ubicado en el cantón Santa Elena”. En la ciudad de La libertad. Ecuador. Con motivo de obtener el título de ingeniero industrial, de la Universidad estatal península de Santa Elena. Facultad de ingeniería de industrial. El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo el estudio técnico para la implementación de un sistema de separación de aguas oleosas en el tecnocentro Santa Elena con el fin de reducir la contaminación del suelo que se está generando gracias a los derivados hidrocarbúricos que son usados y de los cuales sus residuos no son tratados adecuadamente. Dado el autor concluyo, en la realización de estudios mediante distintas matrices las cuales nos darán los resultados de la situación de forma numérica y analítica tomándose como puntos críticos los cuales se deben de analizar, se toma en cuenta todo tipo de riesgo presente en los procedimientos que se realizan, así como también las áreas de afectación tanto directas como indirectas. Posteriormente se realiza el diseño del Sistema Separador y un análisis financiero en donde elegirá la inversión más óptima, así como también el cálculo de tiempo de recuperación de la inversión. El concepto de producción sostenible es el enfoque al que está orientado nuestro proyecto.

En la tesis de PEÑA, Tomás. (2017). Con el título “Diseño de tratamiento primario para agua residual de producción de látex concentrado”. En la ciudad de Quito. Ecuador. Con motivo de obtener el título de Ingeniero Químico, de la Universidad San Francisco de Quito, Facultad de Ciencias e Ingenierías. El presente proyecto tuvo como objetivo proponer un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales en el sector primario del proceso de concentrado de látex. En primer lugar, la caracterización del agua se lleva a cabo con catorce muestras diferentes originadas en el campo y el laboratorio en la planta de procesamiento Adrilatex. Dado el autor se concluyó que los parámetros más influyentes son comparados con el Reglamento Ambiental Ecuatoriano y se encontró que el tratamiento real no es suficiente para que el agua llegue a los niveles de riego o eliminación. La sedimentación es el mejor método de separación; por lo tanto, las nuevas pruebas cambian el tiempo de retención para lograr la máxima eliminación de agua. Una nueva caracterización muestra que los parámetros

ambientales están disminuyendo con el tratamiento y que las aguas residuales pueden alcanzar varios valores de regulación. Los resultados justifican la investigación de este proyecto mostrando la mejora en el modelado de una planta de tratamiento de aguas residuales de pintura, que tiene como objetivo el cumplimiento de las normas vigentes acercándose a la propuesta de nuestra investigación.

En la tesis de NAGUA, Glenda. (2016). Con el título “Recuperación de aguas residuales grises mediante biofiltros”. En la ciudad de Latacunga, Ecuador. Con motivo de obtener el título de ingeniero en medio ambiente. Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. El presente proyecto tuvo como objetivo mejorar el manejo de las aguas residuales, se evaluó el modelo actual mediante una encuesta gris de los inodoros, baños y cocina del bar La calidad del agua fue determinada por análisis de laboratorio que indicaron que existe una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el resultado es de 1027.2 mg/L así como la demanda química de oxígeno (DQO) de 2670 mg/L, comparados con las regulaciones del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente (TULSMA). Dado el autor se concluyó que se exceden los niveles permisibles, permitieron implementar el prototipo del sistema de tratamiento. La reutilización de las aguas generadas como regadío son una de las recomendaciones a seguir en nuestro proyecto.

En la tesis de MARTÍNEZ, John. (2015). Con el título “Recuperación de lodos de las lagunas de oxidación provenientes del proceso de extracción de aceite de palma, para usar como abono en cultivos de palma africana”. En la ciudad de Bucaramanga, Colombia. Con motivo de obtener el título de ingeniero en medio ambiente, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Facultad de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. El presente proyecto fue desarrollado en Indupalma como productor de aceite de palma, enfrentando un desafío por la generación de grandes cantidades de efluentes como resultado del proceso de extracción de petróleo, los problemas ambientales representan estos desechos que deben ser tratados con un sistema de alto rendimiento. El presente proyecto tuvo como objetivo el estudiar el análisis del uso del lodo de los estanques de oxidación en la planta de tratamiento de aguas residuales (EDAR) sobre la aplicación de lodo en suelos, considerando el lodo tratado como un mejorador del suelo o como complemento a la fertilización. Dado el autor

concluyo, que los estudios determinarán su aplicabilidad en la agricultura, especialmente en los cultivos de palma africana. Este estudio destacó algunas tecnologías que se aplicarán para tratar los lodos y se aplicarán en áreas de estudio previamente identificadas para analizar su comportamiento paralelo con otras palmas, buscando siempre la mejor alternativa que permita, abordar una solución económicamente rentable y técnicamente viable para reutilización de los lodos residuales en cultivos propios de palma, minimizando el impacto ambiental. Ejemplos de reutilización, estudios ambientales y minimización de la contaminación son criterios que estarán presentes en nuestro trabajo de investigación sirviendo como guía para la elaboración.

En la tesis de GINESTÁ, Anahí. (2014). Con el título “Desarrollo de nuevas tecnologías de separación basadas en líquidos iónicos para la recuperación de metales pesados de efluentes acuosos”. En la ciudad de Cartagena, Colombia. Con motivo de obtener el grado de doctor en ingeniería química, de la Universidad Politécnica de Cartagena. Facultad de ingeniería química y ambiental. El presente proyecto habla acerca del sistema económico basado en la producción máxima, el consumo, la explotación ilimitada de los recursos y el beneficio como el único criterio del buen progreso económico es insostenible. Es por eso que el presente proyecto tuvo como objetivo evolucionar hacia un desarrollo objetivo, que permitirá mejorar la calidad de vida, siendo compatible con la explotación racional del planeta. A esto le denominamos desarrollo sostenible. El concepto de sostenibilidad o desarrollo sostenible puede promoverse a partir de una amplia variedad de disciplinas. Donde el autor concluyo, en donde la misión es promover las innovaciones de las tecnologías químicas para reducir o eliminar la generación y / o uso de sustancias tóxicas o peligrosas en el diseño, fabricación y uso de procesos y productos químicos. Una de las áreas donde los investigadores se han esforzado más para aplicar los principios de la ingeniería adoptados por nuestro proyecto de investigación.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

Programación lineal.

La investigación de operaciones (IO) en la actualidad es empleada como el instrumento, herramienta imprescindible como materia de consulta y guía para las empresas ayudado en el ahorro de miles de millones de dólares. La naturaleza

de esta notable herramienta en palabras breves es el problema general de asignar de la mejor manera posible. Todo esto en forma concreta y asignando recursos específicos a las actividades que tengan gran competencia guardando relación. Por consiguiente, se crean y se asignan niveles a las actividades, estas dictaran las proporciones de recursos que ocuparan las actividades. La aplicación de estas descripciones es muy amplia, pero el eje rector de esta radica en asignar la cantidad de recursos en las actividades utilizando la selectividad para los niveles. La programación lineal P.O. usa el modelo matemático para poder describir problemas. Es aquí donde se da a conocer el adjetivo lineal esto hace que todas las funciones matemáticas del modelo a implementar deban ser funciones de carácter lineal. La programación lineal involucra la planeación de las actividades en busca de una solución que optimiza el proceso a mejorar, de los diferentes resultados que lleguemos a encontrar se considera al que más se aproxime al objetivo o meta específica de acuerdo al modelo matemático implementado. HILLIER, Frederick y LIEBERMAN, Gerald (2010, 30 p.)

En el artículo científico de SANCHEZ, Daniel. Con nombre “Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido” la implementación de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. (SANCHEZ, 2017, 7-11 p.)

Tipos de modelo de programación lineal: Modelo de optimización completo es utilizado para hacer que “Z” equivalga a la función objetivo, una solución óptima para el modelo de optimización o maximización según sea el caso considerando que la función objetivo sea optimizada. Modelos Estáticos es en donde las variables de decisión no van a requerir una continuación de decisiones en múltiples etapas de procesos. El modelo dinámico es en donde las variables de decisión si van a requerir una continuación de decisiones en múltiples etapas de procesos. El modelo lineal es cuando las variables de decisión están presentes y definidas siempre con la función objetivo y las restricciones, como modelos de maximización o también llamado optimización y siguiendo la línea de multiplicación por constantes y puestas

en forma sumatoria. El modelo no lineal puede tener la función objetivo lineal, pero presenta restricciones no lineales, cuando tenemos un problema de optimización de estas características es cuando son catalogadas como no lineales. Son consideradas un poco más difíciles de resolver en comparación de las lineales. Los modelos enteros presentan una o más variables enteras estas son consideradas un modelo de carácter entero. Los modelos no enteros si se da el caso que en su totalidad las variables de decisión son libres para representar valores tipo fracción son consideradas modelos no enteros. Los modelos determinísticos tienen las siguientes características presentan en sus variables de decisión el valor de la función objetivo definido, las restricciones tienen valores positivos o negativos. Los modelos estocásticos van a tener la característica de que su función objetiva no está bien definida y sus restricciones tienen valores positivos y negativos.

Teoría clásica de la optimización: La presente teoría de método clásico en función de la optimización propone el cálculo diferencial que ayudara a poder encontrar puntos extremos, máximo o mínimo, para funciones que no tienen restricciones y que presentan restricciones. Suele suceder que los métodos puedan no ser los más efectivos, llámese adecuados para la forma de calcular números eficientes, la teoría básica sostiene la base de la gran totalidad de los algoritmos de programación lineal y no lineal. Referenciaremos, los métodos (del) jacobiano y (del) lagrangiano para problemas con restricciones de igualdad, y las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker para problemas con restricciones de desigualdad. (TAHA, 2012, 701-702 p.)

Método gráfico: Según Taha, el método grafico se utiliza para darle las soluciones a los distintos problemas que puede abarcar la programación lineal con resultados óptimos apoyándose en la cantidad de variables, el número de restricciones, objetivos y las condiciones técnicas para su representación geométrica. Si el modelo de estudio presenta solo dos variables su representación será en (2D). Cosa opuesta para modelos que contengan más. Si los ejes guardan relación entre las variables del problema se les asigna el nombre de método grafico en actividad. Si los ejes guardan relación con las restricciones tecnológicas se le asigna el nombre de método gráfico en recursos.

Método Simplex: Se comprende a primera manera que para llegar a soluciones concretas sobre optimización en los problemas que llega a abarcar la programación lineal contemplan el horizonte región factible que es la propiedad general y concepto geométrico de las mismas. Las primeras definiciones despejaron las dudas de poder llegar a identificar y representar en forma de un modelo matemático el horizonte región factible. La ecuación de la frontera de restricción se obtendrá al reemplazar el signo $\leq, =, \geq$ por el signo $=$. De esta manera el modelo matemático o ecuación también llamada es representada de la siguiente manera para una frontera de restricción $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n = b_i$ donde las restricciones funcionales $x_j = 0$ y en el caso de las de no negatividad. Son estos modelos matemáticos que definen a la figura geométrica “plana” o también conocida como hiperplano establecido en un espacio “n” dimensional de forma análoga con la recta del espacio bidimensional y tridimensional. El hiperplano formara la frontera de restricción correspondiente si el signo \leq o \geq es contemplado en la restricción los cuales separan los puntos de satisfacción de los puntos que no comprenden la frontera de restricción. Pero si la restricción contempla el signo $=$, serán los puntos que se encuentren sobre la frontera los de satisfacción.

Aplicaciones de la programación lineal: Antes que la programación lineal tenga el rol de la optimización, maximización, minimización de los procesos productivos dentro de las empresas industriales y sus distintos rubros en las empresas. Su uso era exclusivamente en la planificación de operaciones militares por el grado de precisión y mínimo margen de error es que fueron llevadas a implementar en las industrias con el avance de la tecnología hoy tenemos el apoyo de herramientas e instrumentos computacionales y el libre acceso a compra de tecnología hacen que las empresas siempre estén a la vanguardia aventajándose en el uso de la programación lineal. A continuación, detallaremos el uso de la programación lineal en modelos con previos registros.

En la asignación de la flota de aviones: El modelo de tipo lineal se emplea en cada secuencia de viaje de aeronaves, donde establecen el número de escalas y conexiones entre cada aeropuerto en el transporte de pasajeros con el objetivo de brindar un mejor servicio. Un valor agregado que nace del departamento de marketing donde la planificación del viaje de los aviones asume ganancias para la empresa considerando el gasto, costo, demanda según el tipo de aeronave de la flota. Planificación de la expansión de redes de telecomunicaciones:

En pleno siglo XXI en un mundo globalizado donde es la esencia de comunicar en tiempo real lo que sucede a nuestro alrededor y el flujo de información sea fluido las grandes compañías de telecomunicaciones se ven en el reto de cumplir las exigencias de sus usuarios buscando ser altamente competitivas expandiéndose para llegar a más clientes, es por eso que dentro de sus operaciones están en la constante de tomar decisiones donde tienen que considerar el tipo de cable para los distintos circuitos o usar multiplexores, terminales de fibra óptica. El objetivo será considerar la máxima expansión considerando el mínimo costo de la instalación de la red.

Control de la contaminación ambiental: El estado peruano regula las cantidades máximas que son permitidas (LMP) en la segregación de residuos sólidos y grasas en los efluentes vertidos al mar, la emisión de gases para la calidad de aire. Las industrias considerando las exigencias y bajo la política de una producción sostenible con el medio ambiente es que adoptan las medidas necesarias usando modelos lineales en equipos para el tratamiento de efluentes acondicionándolos en la línea del proceso para garantizar el cumplimiento de los (LMP), en muchos de los casos estos procesos dan origen a que descubramos que podemos mejorar ratios de producción. Distribución en los bancos de sangre en los hospitales: Los bancos de sangre utilizan un modelo de tipo lineal almacena los distintos tipos de sangre para su posterior abastecimientos, donde es el tiempo el factor que limita y rige el tiempo de vida a uso es por eso que estos bancos de sangre buscan abastecer según la necesidad de los hospitales minimizando la cantidad de merma por vencimiento y así lograr la optimización del recurso en beneficio de los pacientes que requieran una transfusión durante una operación o según sea el caso.

Agricultura: La industria de la agricultura se ha convertido en una ciencia que estudia las tierras para poder implementar un tipo de cultivo según el terreno donde se identifican un sin número de restricciones, por ejemplo: disponibilidad de inversión de capital, mano obrera, apoyo del gobierno, medios de transporte, maquinaria, recursos naturales, plagas, productos químicos entre otros. Al hablar de restricciones hablamos de un modelo de programación lineal que buscará el desarrollo de un plan estratégico en el buen uso del terreno garantizando un alto margen de ganancia, como resultado el agricultor tendrá el conocimiento sobre el efecto de hacer y así poder planificar y asegurar su inversión. La industria diaria: En las

plantas procesadoras de leche, muchos productos se producen directamente de la leche procesada incluyendo varios tipos de leche, quesos, mantequilla y leche en polvo. Y otros productos como la crema y la lactosa se producen usando un segundo proceso. Cada día los administradores de esas plantas deben tomar decisiones de planificación para el flujo de producto, equipo, asignación de personal, y transporte. “Los modelos lineales se han usado para determinar la planificación de la producción óptima que toma en cuenta las limitaciones de la capacidad de los equipos, demanda, flujo de producto”. (LUGO, 2012,p. 1) Distribución de materia prima: El país de Finlandia es considerado un importante productor de recursos madereros, pues cuenta con grandes áreas verdes bosques que se extienden a lo largo de su territorio. Una de las restricciones que limitaban su producción antes del uso de la programación lineal era la condición climática que afectaba la tala y el transporte de la madera. Por eso se propuso un modelo ajustado según las restricciones se consideró la experiencia que deberían de tener los choferes en las rutas establecidas entre los puntos de entrega, considerando rutas alternas que puedan favorecer en caso de alguna vía sea obstruida por causas del clima logrando minimización total de los costos, beneficiando a los compradores y a los choferes convirtiendo las restricciones en oportunidades de mejora.

Implementación: Definido el sistema a desarrollar donde se aplicará el modelo matemático, se identificará la etapa crítica, que será punto de partida para la obtención los beneficios que el proyecto brindará. Es importante llevar las soluciones y sean traducidas con el mayor grado de satisfacción dentro del proceso operacional elegido dentro del proyecto de investigación con el fin de implementar acciones correctivas para el buen funcionamiento del o el proceso. La comunicación entre las diferentes áreas jerárquicas dentro la empresa será el éxito en base al cruce de información durante las etapas de inicio, desarrollo y resultados. Durante la implementación se impartirá el conocimiento y la inferencia del estudio en el proceso productivo mediante el uso de capacitaciones herramienta que buscará alcanzar el éxito para poner en funcionamiento por años el nuevo sistema de trabajo en beneficio de la empresa Corporación Hayduk, con el objetivo trazado la experiencia inicial de este proyecto servirá como base para la toma de decisiones en proyectos relacionados. Se mantendrá la retroalimentación, observación y el buen funcionamiento para poder ajustar las desviaciones que se puedan presentar. Concluyendo el proyecto se documentará con suficiente claridad y veracidad los resultados obtenidos, todo esto en un informe para su revisión en un futuro.

Separación.

Respecto a la Harina de pescado se requiere separar la grasa, a fin de reducir su concentración a porcentajes aceptables de acuerdo a la calidad de esta. El proceso principal de producción de harina de pescado genera el agua de bombeo (efluente) que contienen sólidos y grasas sobre los cuales se realiza un tratamiento consistente en operaciones de separación mecánica a fin de recuperar los sólidos para retornarlos al proceso principal y recuperar la grasa para la producción de aceite de pescado como un subproducto. Un resultado secundario, pero beneficioso, desde el punto de vista económico, es la producción de un producto secundario que es el aceite de pescado.

Separación de aceites y grasas: El contenido de aceites y grasas de aguas residuales industriales, de lodos, sedimentos merecen especial atención en el manejo del tratamiento y disposición final. Los aceites y grasas tienen la propiedad de no ser solubles y separarse independientemente del agua, esto es aprovechado para que la industria utilice equipos para la separación de los aceites y grasas por flotación, para evitar complicaciones en algún proceso específico dentro de la línea de producción produciendo desviaciones de calidad generando pérdidas y gastos innecesarios. Muy pocas plantas industriales han previsto separar las grasas que se producen en sus procesos ya sea por la informalidad en la que se encuentran o por la falta de interés prestado obviando los altos márgenes de ganancias que estos procesos pueden ofrecer: sub productos de alta demanda en el mercado. (RUIZ, 1998, p. 127)

Marco conceptual para los sistemas de separación sólido-líquido: El proceso de separación sólido-líquido mediante métodos mecánicos constituyen al día de hoy una importante área técnica de separación de fases, líquidas, sólidas y gaseosas. Este proceso tiene presencia en las diferentes industrias y sus procesos. La recuperación de agua en procesos industriales, clarificación y su purificación de aguas. El proceso de separación sólido-líquido debe tener el componente líquido en fase constante mientras los sólidos suspendidos totales estar presentes uniformemente o dispersos sobre el líquido a tratar presentándose esta situación en un caso de filtración don un ingreso continuo. “Sobre el contexto definiremos la separación

sólido-líquido, como un sistema particulado donde todas las mezclas de materiales con sólidos que estén dispersos y en forma continua”. (CONCHA, 2001, 84 p.)

Mecanismos de la separación solido-liquido: Realizar este proceso obedece a equipos operados de manera mecánica y térmica. Se utilizará equipos filtros rotativos Trommel de fabricación Fabtech con mallas de medidas 1.0 mm, 0.5 mm, 0.2mm. Para la separación de sólidos que tamizaran provenientes del agua de bombeo que viene directamente de las bodegas de las embarcaciones pesqueras.

Teoría de Separación: En estos últimos tiempos las industrias se han visto en la necesidad y desde luego en la obligación a indagar nuevas formas acerca de la recuperación de fuentes de algunos recursos que han sido generados a consecuencia de que la población a diario crece, la contaminación de lugares que contienen fuentes de acumulación de recurso como es el agua, y a la vez una distribución por partes desiguales de recursos. La utilización de agua generadas en las industrias u otro tipo de entidades, en la actualidad han logrado ubicarse en una posición, que significa eso, que en estos tiempos la recuperación y la reutilización de fuentes son de gran relevancia, porque se han determinado puntos que no ayudan a seguir implementando técnicas para la reutilización seguir dando nuevas mejoras productos residuales. Esto ha generado que mayor parte de lugares la recuperación y la reutilización de sustancias residuales ya se ha establecido como elemento importante en un plan de recursos. Cabe señalar que esto es un proceso en el que se tratara de recuperar en la mayor cantidad posible un material o ya sea un recurso a través de un residuo, si bien es importante el proceso de recuperación y reutilización de aguas residuales esto se ha constituido como un factor viable, pero sin dejar de señalar que hay otras opciones que podemos tener a la mano y se pueden llevar a cabo para el ahorro del recurso agua, un uso eficaz de los suministros que podemos tener a nuestro alcance que a la vez generara otras fuentes de recursos. Debemos señalar que anteriormente cuando se llevaba a cabo los procedimientos de reutilización y recuperación de residuos estaban basadas en la práctica de tiempos antiguos de la evacuación, recuperación de aguas residuales en el terreno. Debemos señalar que con la llegada de las redes de alcantarillado el siglo XIX, las aguas residuales domesticas fueron vertidas al terreno, constituyendo la denominada “Sewage farms”, de las que en 1900 ya existían

numerosas tanto como en Europa como en Estados Unidos. En estos tiempos actividades más recientes referidas a recuperación, reutilización, a causa del aumento en la demanda, se han. Cabe mencionar el proyecto que se llevó a cabo en los Estados Unidos para ser exacto en la ciudad de Arizona 1926, en el Grand Canyon National Park, donde se utilizó por primera vez el agua residual en un sistema de abastecimiento doble para su uso en lavabos, sistemas de aspersión de espacios verdes, y como agua de refrigeración y de calefacción.

Procesos unitarios: Las operaciones unitarias definen a todo proceso físico que sufre una o más transformaciones durante etapas de una o más etapas de operación ya sean físicas adecuando la materia para el proceso final de elaboración de un producto. Pueden estar comprometidas etapas de separación físicas, químicas, energéticas (enfriamiento, presión, vaporización y cinética variando la velocidad de la materia prima). Este método permite organizar el proceso de estudio clasificándolos en dos actos. Primero, si se presenta un solo número de procesos individuales, podemos dividirlos en una serie de etapas, llamadas operaciones. Segundo, si las operaciones individuales guardan en relación técnicas conjuntas que estarán presentes durante su proceso, considerando base científica según el rubro. (MCCABE, y otros, 1991, p. 32,56)

Lípidos y grasas: El aceite de pescado contiene un alto porcentaje de concentración de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), omega-3 (ω -3), los cuales no son asimilados con facilidad por el organismo humano, comparándolos con los ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Su importancia es tal que se sugiere sean agregadas más dietas con carne de pescado con relación al consumo de carnes de origen animal, omega-6. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima en datos que el consumo de omega 6 está entre 8 a 12:1 omega 3, datos fríos que reflejan los desórdenes alimenticios de la población produciendo síntomas y enfermedades en la piel, anemia, hígado graso, lentitud en cicatrización de heridas, pérdida de la vista, problemas de crecimiento y aprendizaje. Estudios realizados confirman sus beneficios en madres gestantes como fuente rica de DHA, EPA reduciendo la tasa de mortalidad en el nacimiento y primeros meses de vida del neonato, reducción de ataques al corazón por consumidores de pescado comparados con los de carne. Ayuda en la mejoría de

enfermedades inflamatorias y artríticos una dieta balanceada de pescado ayudara en la reducción de la dosis de medicamentos y sus efectos secundarios. (FLORES, 2006, 67-68 p.)

Programa PAMA: La empresa Corporación Hayduk, dispone de un sistema de avanzada tecnología teniendo como objetivo principal el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos por las normas legales vigentes reduciendo al mínimo la contaminación marina y recuperando el máximo los sólidos y grasas presentes en el agua de bombeo y no cuenta con un estudio de trabajo a lo cual más adelante se realizará un estudio de método y tiempo. Empezada la descarga efluente se transporta la materia prima de chata a planta, es realizada por bombas de desplazamiento positivo marca Netzsch con una relación de mezcla agua y pescado 1:1 teniendo como medio de transporte el agua de mar. La distancia entre el punto de bombeo y la tolva de pesaje es aproximadamente 600 m. Mediante el transporte el pescado sufre rupturas de sus tejidos los cuales al mezclarse con el agua de mar se genera el agua de bombeo que es tratado en nuestro Sistema PAMA, que a continuación se describe. Cumplir con las normativas legales vigentes y minimizar la contaminación ambiental recuperando los sólidos y grasas del agua de bombeo. El alcance del proceso comprende desde la Descarga de materia prima en chata, desagües, Filtros rotativos, celdas de flotación física, celda de flotación química y decantadora ambiental. Este sistema cuenta con tres etapas de tratamiento: Tratamiento físico, tratamiento químico y deshidratación de sólidos.

El (Tratamiento físico) agua de bombeo es filtrado en los desagües rotativos marca FABTECH y los transportadores de malla se receptiona en una poza de concreto de capacidad 50 m³ donde se bombea hacia dos la primera etapa de filtrado mediante dos filtros rotativos (Trommel) de 0,5 mm de diámetro (FABTECH) pasando a la segunda etapa de filtración que cuenta con dos filtros rotativos de 0,3 mm de diámetro, con el objetivo de recuperar al máximo los sólidos escamas, los sólidos recuperados son colectados en un Tanque de 30 m³ para ser agregados al proceso en la etapa de cocinado; previo desagüe a través de un transportador helicoidal. La fase líquida es derivada hacia la poza equalizadora de 560 m³ de capacidad. La sanguaza que drena de las pozas es tratada en un recuperador de sólidos de 1 mm la cual es enviada al proceso y el líquido es enviada al ingreso del Trommel 0,3 mm para su respectivo tratamiento. El agua de bombeo que ha sido filtrada en los desagües rotativos (Trommel) es almacenada inicialmente en la trampa de grasa que

tiene la capacidad de 230 m³ en donde se homogeniza, luego por gravedad pasa a la celda de flotación. La mezcla de agua presurizada es bombeada a una celda de flotación circular con una capacidad de 250 m³ y sale con % de grasa < 0.8. El agua de bombeo ingresa por la parte central de la cuba de manera homogénea y regular sobre todo el área de la cuba, permitiendo una distribución sobre la superficie de flotación formando los flóculos enriquecidos de micro burbujas de aire para flotar inmediatamente a la superficie, mientras que los sólidos se precipitan hacia el fondo. El agua es enviada a un reactor ASR 3,0 capacidad 2 780 L, para hacer mezcla de aire y agua formando las micro burbujas el cual tiene como objetivo la presurización de micro partículas, esta retorna a la celda de flotación circular donde es mezclada y forma las capas de espuma en la superficie que es recogida por un cucharón rotativo montado sobre el puente móvil y se conduce por gravedad por la parte central del DAF circular luego es bombeada a un tanque colector de espuma de 20 m³. El agua de bombeo luego de ser homogenizada ingresa a la celda de flotación de 230 m³ de capacidad. Para ser recirculada en el reactor ASR 3,0 capacidad 2 180 L, con el objetivo de mezclar aire y agua para formar las burbujas y por ende aglomerar las grasas y aceites para su posterior recogido por las paletas. Una vez alcanzado el nivel de flotación y sedimentación del agua de bombeo se forma una capa oleosa, aglomeración de grasas y aceites es formada en espuma en la parte superior que es evacuada a través de paletas hacia el tanque colector de espuma de 20 m³ de capacidad. Calentadores para realizar el proceso de coagulación, donde pasa por 2 etapas de calentamiento, la espuma que es colectada de la celda de flotación 1° y 2° parte, es enviada a los Pre-, saliendo el líquido con una temperatura > 90°C para luego ser alimentado a las separadoras. El equipo cuenta con instrumentos para controlar la presión y temperaturas, en esta etapa es ingresada la purga de los fondos de tanques de aceite CHI, para su respectivo tratamiento y recuperación de aceite. La espuma coagulada es enviada hacia las separadoras (02 centrifugas horizontales) para su separación de sólidos y líquidos. con el objetivo de recuperar los sólidos en suspensión. Los sólidos recuperados son denominados torta de separadora. El área del PAMA en planta cuenta con dos separadoras de 8 000 y 5 000 l/h de capacidad. La torta de separadora es ingresada y mezclada en el proceso en el TH colector de separadora, el otro producto obtenido se denomina licor de separadora que contiene sólido en suspensión aceite y agua. El despacho de aceite consiste en la salida y remisión del aceite de pescado PAMA desde los almacenes de la planta hacia almacenes de embarque, puerto de

embarque o compradores nacionales que comercializan o lo utilizan como insumo para alimento balanceado para animales u otros productos industriales considerado para consumo humano indirecto. El aceite una vez cargado en los camiones cisterna es muestreado, analizado, precintado y etiquetado con sus especificaciones de calidad. El despacho de aceite se hace en función a las instrucciones de embarque enviadas por la gerencia de comercialización previa instrucciones de embarque que especifica los ETAS y características del producto según requerimiento del cliente. El agua de bombeo producto de la segunda etapa de recuperación (Sale con un porcentaje de grasa $< 0,3$) y es enviado al tanque BUFFER de 1 000 m³ de capacidad. El agua almacenada en el tanque BUFFER se mantiene en constante agitación para evitar la sedimentación de sólidos y posteriormente realizar su tratamiento químico.

(Tratamiento químico) Se da a partir del equipo DELTAFLOAT donde la recuperación máxima de sólidos suspendidos totales a través de coagulantes y floculantes. El agua de bombeo almacenada en tanque equalizador de 1 000 m³, es homogenizada constantemente por un agitador sumergible encontrándose dentro del tanque BUFFER. Que tiene una capacidad de bombeo de agua hacia la celda química (DeltaFloat - MOD 67) de 200 m³/h, previo el ingreso a la celda química pasa por un serpentín floculador adicionándose el coagulante y antes del ingreso a la celda se adiciona el floculante, esta celda cuenta con un reactor ASR 3,0 que trabaja con 12 cf. de aire y a través de una bomba recircula 300 m³/h de agua clarificada. DELTAFLOAT este equipo nos permite formar los lodos reduciendo la cantidad de sólidos suspendidos totales. De esta etapa se obtiene: Sólidos flotados (lodos), agua clarificada que cumple con los LMP establecidos (SST= 700 ppm y Grasa =350 ppm) antes de ser enviados a Aproferrol.

(Deshidratación de sólidos) Los lodos obtenidos de la celda química pasan a un proceso de deshidratación las cuales son enviados a un decantador ambiental, considerando la adición de Producto químico en la línea de los sólidos flotados antes de ingresar a la Separadora Ambiental coagulante y floculante. Para facilitar el proceso de la separación de sólidos según las características del lodo a tratar se agrega condensado mezclando el lodo más el condensado. En esta etapa se obtiene la recuperación de sólidos o también llamada torta de separadora y es agregada al proceso, también obtenemos el agua clarificada que es enviada al Emisor Submarino. (HAYDUK, 2018)

1.4. Formulación del problema.

¿Cuál sería la influencia de la programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018?

Problemas específicos.

1. ¿De qué manera la determinación de un diagnóstico inicial y final en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018?
2. ¿De qué manera la determinación de las variables de decisión en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018?
3. ¿De qué manera la determinación de la función objetivo en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018?
4. ¿De qué manera la determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018?

1.5. Justificación del estudio.

El estudio del presente proyecto de investigación se busca identificar y analizar las distintas variables que lleguen a dificultar la eficiencia de la separación del porcentaje de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018, esto brindara maximización de las utilidades en las distintas etapas que comprometan al proceso productivo de la empresa Corporación Hayduk S.A. En teoría el proyecto de investigación permitirá implementar según sea el caso las técnicas y herramientas que brinda la programación lineal, traduciéndose en la eficiencia operacional de los equipos, en este caso la separación de grasas. Nuestro objetivo final será: Lograr el aumento de la eficiencia de la separación de grasas, permitirá obtener mayores cantidades de aceite de pescado y harina de recuperación, disminuyendo el porcentaje de grasas en la torta ambiental, disminuyendo en gran manera impactos negativos sobre la calidad de harina en el proceso, maximizando las utilidades de la recuperación de harina y aceite de pescado.

1.6. Hipótesis

El uso de la programación lineal mejora los niveles de separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.

Hipótesis específicas

1. La determinación de un diagnóstico inicial y final en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.
2. Las variables de decisión en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.
3. La determinación de la función objetivo en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.
4. La determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.

1.7 Objetivo

Optimizar la separación de grasas en el proceso de fabricación de harina de pescado mediante el uso de la programación lineal en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.

Objetivos específicos

1. Determinar el diagnóstico inicial y final en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.
2. Determinar las variables de decisión en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.
3. Determinar la función objetivo en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.

4. Determinar las restricciones en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Se utilizará el método experimental, pues nos facilita la manipulación de la variable independiente. Se usará el diseño Pre experimental: dado que la comprobación se aduce como mínima de la variable independiente porque se trabajará en una determinada área y equipos donde se aplicará la programación lineal para lograr obtener el efecto de la variable dependiente separación.

G: O1 ----- X ----- O2

Dónde:

G : Proceso de separación de grasas.

O1 : Separación.

X : Aplicación de la Programación Lineal.

O2 : Utilidades después de aplicar Programación Lineal.

Tipo de estudio

El presente trabajo de investigación será un estudio Aplicado, donde se hará uso de la implementación de los conocimientos teóricos de la programación lineal para dar solución a la realidad problemática de la empresa Corporación Hayduk S.A., para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.

2.2 Variables, Operacionalización

- Variable Independiente (X): Programación Lineal.
- Variable Dependiente (Y): Separación.

2.2.1 Matriz de operacionalización

Programación Lineal		Definición conceptual	Definición operacional		Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. Independiente (X)	Programación Lineal	<p>La programación lineal se aplica a modelos de optimización en los que las funciones objetivo y restricción son estrictamente lineales. La técnica se aplica en una amplia variedad de casos, en los campos de agricultura, industria, transporte, economía, salud, ciencias sociales y de la conducta, y militar.</p> <p>TAHA,2012. (Investigación de Operaciones. [ed.] Gabriela Lopez. Novena. México : Pearson, 2012, p. 11.Vol. I. ISBN 9786073207966)</p>	<p>Desarrollar un método matemático basado en algoritmos, ecuaciones para dar solución a las restricciones y variables. (Silva/ Zevallos, 2018</p>	D1:	Diagnóstico	IPC/Evaluación Lean Manufacturing	Razón
				D2:	Variable de Decisión	Variables decisión/variables totales	Razón
				D3:	Función Objetivo	$Min Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$	Intervalo
				D4:	Restricciones	$x_j \geq 0, j = 1,2, \dots n$	Intervalo

V. Dependiente (Y)	<p align="center">Separación</p>	<p>Respecto a la Harina de pescado se requiere separar la grasa, a fin de reducir su concentración a porcentajes aceptables de acuerdo a la calidad de esta. El proceso principal de producción de harina de pescado genera el agua de bombeo (efluente) que contienen sólidos y grasas sobre los cuales se realiza un tratamiento consistente en operaciones de separación mecánica a fin de recuperar los sólidos para retornarlos al proceso principal y recuperar la grasa para la producción de aceite de pescado como un subproducto. Un resultado secundario, pero beneficioso, desde el punto de vista económico, es la producción de un producto secundario que es el aceite de pescado.</p> <p align="right">(Silva/Zevallos. 2018)</p>	<p>Toma de muestras en los ingresos y salidas de la celda Trampa de grasa, purgar línea de muestreo y colectar aprox. 01 litro de muestra y será vertido en el recipiente de compósito al cierre de turno se homogenizará y se extraerá 1 litro de muestra, para determinar en el laboratorio análisis de sst, humedad y grasa.</p> <p align="center">(Corporación Hayduk, Manual Laboratorio CHI, p. 185 ISBN s/n)</p>	<p align="center">d1:</p>	<p align="center">Porcentaje de Grasas</p>	$\% G = \frac{(W2 - W1) \times 100}{Wm}$	<p align="center">RAZON</p>
--------------------	---	---	---	----------------------------------	---	--	-----------------------------

Figura 1: Matriz de operacionalización. Fuente elaboración propia.

2.3 Población y muestra.

Población de sujetos: Esta investigación está comprendida por la participación de los 05 trabajadores de Corporación Hayduk S.A, que tienen a su cargo la responsabilidad del análisis y operación del proceso de separación física de grasas durante la temporada de pesca 2018-I.

Población de objetos: El total de Trommel's (6), celda trampa de grasa, el total de celdas de flotación tipo DAF (2), celda química, separadora ambiental, en la empresa Corporación Hayduk S.A.

Muestra: La muestra está comprendida por 84 análisis, método para determinar la eficiencia del sistema de separación de grasas que se realizan en las celdas de flotación, tal cual se muestran en el anexo 6.

Muestreo: Descriptiva.

Criterios de exclusión: No se tomarán los valores que no guarden relación al tratamiento de efluentes, y la recuperación correspondiente a temporadas de pesca diferentes a la población en estudio.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Instrumentos.

Determinación de porcentaje de grasa: Las materias grasas son propias de cada especie y son una mezcla de grasas que en su mayoría son de alto peso molecular, es por eso que para extraerlas hacemos uso de un solvente, en nuestro caso hexano. Este solvente en caliente atrapa las moléculas de grasa y las extrae siendo estas depositadas en un balón de vidrio o vaso BUCHI, para tal fin debe mantenerse una temperatura adecuada y un ritmo de sifoneo capaz de arrastrar toda esta grasa. El extracto así obtenido se pesa después de haberse evaporado el solvente. (Ver anexo 9, formato de determinación de grasas.)

Recolección de datos, muestras y operación: Formato donde se documentará las eficiencias del proceso, muestras de análisis de los ingresos y salidas de los equipos del proceso de separación de grasas. Este documento tiene como objetivo dar soporte para la observación y

dar control a los parámetros de operación hasta el proceso final (Ver anexo 10, balance de PAMA 2018-I)

Técnicas.

Entrevistas: En búsqueda de la objetividad se realizó el uso de las entrevistas al personal interno como al externo que intervienen como dueños del problema en el desarrollo de las actividades operacionales dentro de la planta Hayduk S.A. (Ver anexo 01)

Observación directa: Este tipo de acción nos brindara la fácil identificación y el poder analizar la falta de recuperación del porcentaje de grasas en el proceso de fabricación de harina y aceite de pescado, logrando realizar toma de decisiones correctivas en el proceso operacional. Lo que nos permite conocer el proceso, que tipo de decisiones se tienen establecidas, como se lleva a la practica el conocimiento adquirido, tomar los tiempos de operación para el registro y poder finalmente identificar en el área a los involucrados y sus objetivos operacionales, contrarrestando y cruzando información de manera directa.

Validez y confiabilidad: Se validará por el criterio de tres expertos conocedores en el uso de la programación lineal ingenieros industriales, entrevista, obtendremos confiabilidad usando el formato de determinación de porcentaje de grasas.

2.4 Métodos de análisis de datos.

Análisis Estadístico: Se define a la recolección e inspección de toda muestra de datos individuales donde se pueden extraer muestras. Empleando un conjunto de técnicas para detectar patrones de comportamiento, de esta manera también, se puedan utilizar predicciones.

Conceptos: Población, conjunto de elementos que se requieren analizar. Parámetro, es la medida estadística de una variable situada en la población. Muestra, nombre otorgado al subconjunto que ha sido seleccionado para su análisis, cuando es difícil estudiar el total de la población. Estimación, es el valor que se ha obtenido a partir de la muestra, que se utiliza como u indicador que se aproxima al valor de un parámetro. Estimador, función matemática aplicada a las observaciones muestrales para la obtención de estimaciones, cabe señalar que es una variable aleatoria.

Programas: Estos serán los softwares para desarrollar las formas y los datos recopilados del proceso a mejorar: Xlstat, EXCEL, MINITAB 18 y WINQSB.

Prueba de t pareada: Técnica empleada para la comprobación de hipótesis, la prueba de T pareada se utiliza para muestras o variables que pertenecen a un mismo individuo o entidad en estudio

2.5 Aspectos éticos.

La presente tesis de investigación se encuentra basada en la transparencia y veracidad de los valores, indicadores y datos obtenidos de cualquier tipo de información relevante encontrada en la empresa para ser procesada y de este modo asegurar el cumplimiento de lo que supone un trabajo de investigación. El respeto es un valor observado que se encuentra en esencia en la elaboración de la presente tesis pues involucra el medio ambiente, la producción sostenible y su responsabilidad, respetando el desarrollo y la calidad de la sociedad y los trabajadores.

III. RESULTADOS

Situación actual:

La empresa pesquera Corporación Hayduk S.A. se dedica a la captura y extracción de recursos marinos para la elaboración de harina y aceite de pescado de la más alta calidad, la empresa divide su proceso en 03 secciones, será la sección 01 la fase de ejecución de las operaciones de descarga de materia prima y el tratamiento de efluentes, los operadores están involucrados diariamente en el cumplimiento y control de los parámetros operacionales establecidos por la organización (Celdas DAF, compresoras de aire, funcionalidad de motores y bombas, filtros rotativos, válvulas). La empresa actualmente no cumple eficientemente con el tratamiento de separación de grasas y solidos solubles totales (Sst) del agua de bombeo dentro de la etapa física. La empresa cuenta con los requisitos técnicos amparados en: Ley General del Ambiente (Ley N° 28611 y su mod. D. L. N° 1055), LMP para PTAR de aguas residuales domesticas ó municipales (D.S. N° 0032010-MINAM) y Ley General de pesca (Ley N° 25977), como por ejemplo los equipos de aire inducido no reducen la alta concentración de grasas y solidos existentes en la composición del agua de bombeo, elevando el costo de preparación y proceso de lodos en la etapa química, este subproducto será agregado al proceso de harina con el objetivo de aumentar el rendimiento de harina de pescado.

Se encuentra la organizada la empresa:

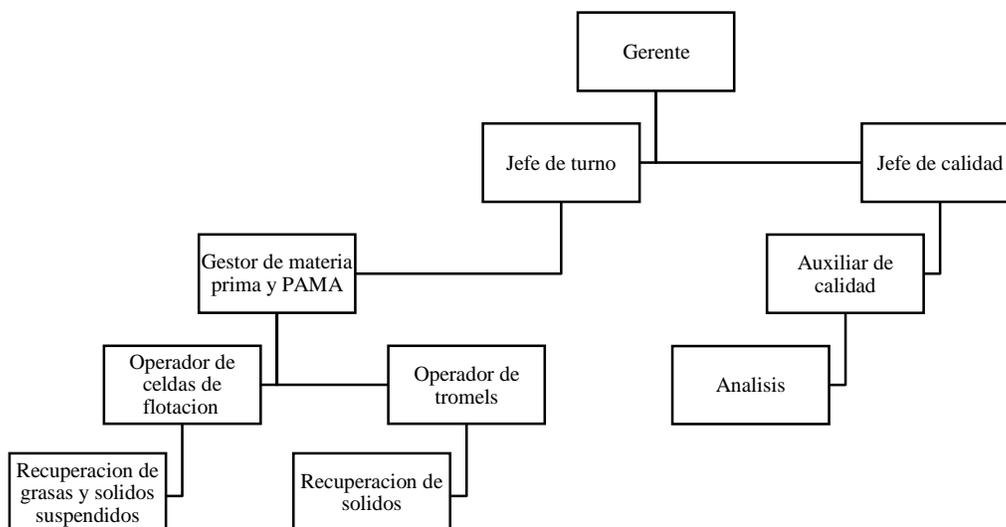


Figura 2: Organigrama Corporación Hayduk. Fuente: Elaboración propia.

3.1 Diagnostico de causas de la deficiente separación de grasas.

La evaluación de Lean Manufacturing, (Ver anexo 1) es una herramienta que se utilizó para tener una evaluación integral del panorama actual del proceso de separación de grasas, y explicando el proceso con un diagrama de árbol de toma de decisiones, (Ver anexo 2).

Evaluación Lean Manufacturing, Planta de Separación de Grasas, Corporación Hayduk S.A. - Coishco.

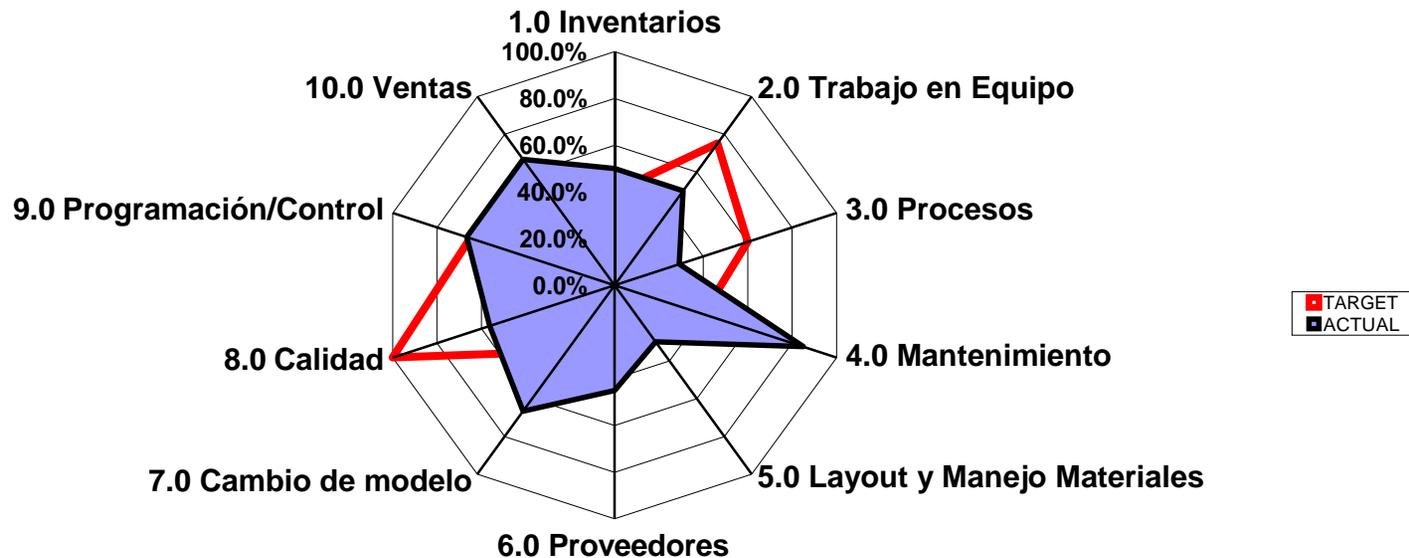


Figura 3: Evaluación Lean Manufacturing. Fuente: Tomado de la planta de separación de grasas, Corporación Hayduk.

El ítems que se consideró la investigación es: Programación y control de la planta de recuperación que presento el valor actual de 67% respecto a 65% del target de expectativa, la organización se encuentre conforme con el resultado por haber alcanzado los límites, mostrando preocupación en ítems que no superaron el target propuesto, el ítem más crítico fue calidad con una cifra de 56% respecto de 100%, los resultados en promedio son propios de una empresa consolidada y posicionada en el mercado nacional e internacional.

Análisis Índice de percepción del cliente (IPC), Planta de Separación de Grasas, Corporación Hayduk S.A. - Coishco.

Tabla 1: Índices de evaluación de entrevistados.

Cientes internos externos	FR	Puntaje Total FR	1. Parámetros de operación	2. Personal entrenado	3. Disponibilidad de recursos	4. Procesos de control	5. Rendimiento operacional	Total
Funcionario 1		16	18,75%	25,00%	11,25%	11,25%	15,00%	81,25%
Funcionario 2		21	11,42%	11,42%	14,28%	11,42%	23,81%	72,38%
Funcionario 3		16	18,75%	25,00%	11,25%	15,00%	11,25%	81,25%
Funcionario 4		22	18,18%	22,72%	18,18%	14,54%	18,18%	91,81%
Funcionario 5		21	19,04%	23,81%	19,04%	15,23%	15,23%	92,38%
Índice General de Percepción del Cliente		83,81 %						
Calificación Vigesimal		17						

Fuente: Tomado de los resultados de la encuesta a los entrevistados elaboración propia.

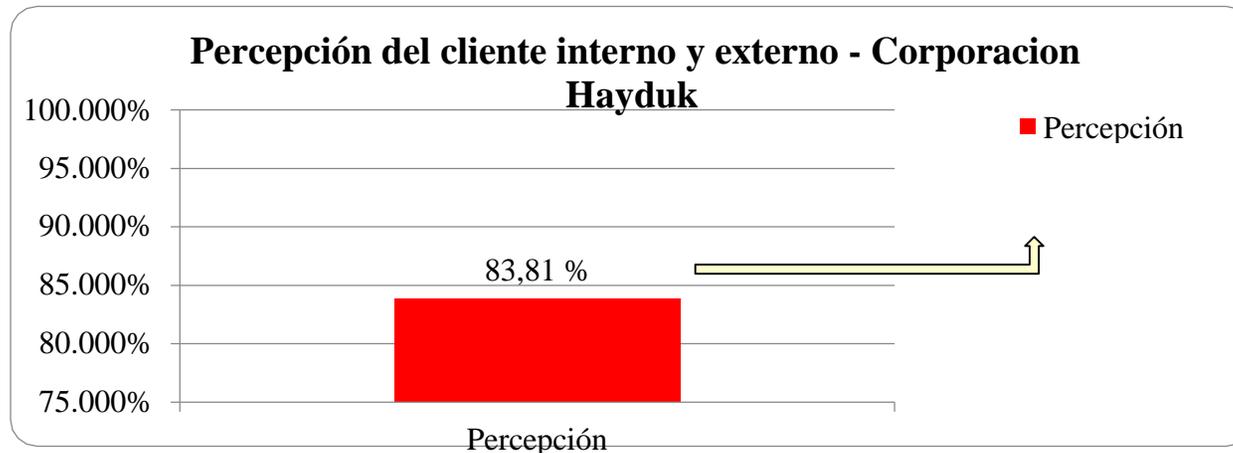


Figura 4: Percepción del cliente interno y externo. Fuente: Tomado de encuesta IPC.

En la evaluación del IPC (Ver Anexo 3), se promedia vigesimalmente cada factor relevante quedando representado de la siguiente manera: Los parámetros de operación con un valor de 3, personal entrenado con un valor de 4, disponibilidad de recursos con un valor de 3, procesos de control con un valor de 3 y finalmente rendimiento operacional con un valor de 3, siendo en suma el valor de 17, que equivale al 83,81 % una cifra representativa de una empresa formal y posicionada en el mercado nacional e internacional.

3.2 Determinación de las Variables de decisión en las celdas de separación de grasas.

Se busca maximizar la utilidad: Max Z.

Max Z: (Precio Venta) – (Precio de Costo)

Sea X_1 : Harina de pescado.

X_2 : Aceite de pescado.

3.3 Determinación de la función objetivo en base a la utilidad.

Se busca desarrollar la función objetivo: Max Z.

Max Z: $(1\ 576 X_1 + 3\ 072 X_2) - [(398 X_1 + 330 X_2) + 64 X_1 + 64 X_2]$

Max Z: $(1\ 576 X_1 - 398 X_1 - 64 X_1) + (3\ 072 X_2 - 330 X_2 - 64 X_2)$

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

Max Z = $1\ 114 X_1 + 2\ 678 X_2$ (1)

3.4 Determinación de las restricciones en base a la utilidad de los equipos.

La construcción de las restricciones (Ver anexo 5), se establece en las horas operativas del equipo en el día relacionadas con la harina y el aceite de pescado, ver anexo xx, quedando expresadas tal cual:

R_1 = Restricción de Trommel.

R_2 = Restricción de trampa de grasa.

R_3 = Restricción de DAF 1

R₄ = Restricción de DAF 2

R₅ = Restricción de celda química.

R₆ = Restricción de separadora ambiental.

R₇ = Restricción PAMA harina.

R₈ = Restricción PAMA aceite.

3.5 Determinación del modelo matemático.

Para determinar la maximización de las utilidades, aplicaremos Programación Lineal del módulo de WinQSB, cuyos máximos exponentes son: George Dantzig, quien publicó el algoritmo simplex en el año de 1947, John von Neumann, quien desarrolló la técnica de la dualidad en el mismo año. El presente modelo estándar tiene como objetivo la resolución de problemas haciendo uso de la programación lineal por lo que comprende la función objetivo, una cantidad definida de restricciones y una cadena de variables que pueden señalar valores limitados (Ver anexo 5, tabla 24). Simulado en software (Ver anexo 14), y expresado de la siguiente manera.

Tabla 2: Modelo de Optimización.

<i>Función Objetivo:</i>				
Max Z =	1 114	X ₁	+ 2 678	X ₂
<i>Sujeto a:</i>				
Restricción de Trommel	11	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 16
Restricción de trampa de grasa	10	X ₁	+ 10	X ₂ ≤ 15
Restricción de DAF 1	9	X ₁	+ 9	X ₂ ≤ 13
Restricción de DAF 2	8	X ₁	+ 8	X ₂ ≤ 11
Restricción de celda química	7	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 10
Restricción de separadora ambiental	6	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 9
Restricción de PAMA harina	1	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 37.5
Restricción de PAMA aceite	0	X ₁	+ 1	X ₂ ≤ 4.5
		X ₁ ,		X ₂ ≥ 0

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

Solución óptima: La máxima utilidad que reporta la planta de recuperación es de: \$ 5 273,67 dólares. Si se produce 1 T de harina, debe producirse 1.25 T de aceite para asegurar máxima utilidad.

Método Dual

Tabla 3: Modelo de Minimización, Método Dual.

<i>Función</i>																									
<i>Objetivo:</i>																									
Min Z =	16	X ₁	+	15	X ₂	+	13	X ₃	+	11	X ₄	+	10	X ₅	+	9	X ₆	+	37.5	X ₇	+	4.5	X ₈		
<i>Sujeto a:</i>																									
Harina	11	X ₁	+	0	X ₂	+	0	X ₃	+	0	X ₄	+	7	X ₅	+	6	X ₆	+	1	X ₇	+	0	X ₈	≥	1 114
Aceite	0	X ₁	+	10	X ₂	+	9	X ₃	+	8	X ₄	+	0	X ₅	+	0	X ₆	+	0	X ₇	+	1	X ₈	≥	2 678
		X ₁		X ₂		X ₃		X ₄		X ₅		X ₆	0	X ₇		X ₈	≤	0							

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

Solución óptima: la contribución mínima que reporta la planta de recuperación es de: \$ 5 273,67 dólares. Podemos concluir que el método dual es la constatación y comprobación del modelo de programación lineal primal ya que ambos coinciden en el mismo valor final. De esta manera tendremos la siguiente ecuación para el método dual:

$$\text{Min } Z = 16 X_1 + 15 X_2 + 13 X_3 + 11 X_4 + 10 X_5 + 9 X_6 + 37.5 X_7 + 4.5 X_8 \quad (2)$$

Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad, llamado también análisis paramétrico, es un método que permite investigar los efectos producidos por los cambios en los valores de los diferentes parámetros sobre la solución óptima. Ver anexo 4.

Sensibilidad en función al precio de venta de harina de pescado.

Reducción del precio de venta de \$ 1 576 a \$ 1 047 dólares.

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max } Z = 593 X_1 + 2\,678 X_2 \quad (3)$$

Max Z= \$ 4 527,96 dólares. Produciendo: 1,42 T de harina y 1,37 T de aceite.

La presente función objetivo se da cuando no hay una optimización en el proceso de separación de grasas, donde la torta ambiental (Lodo) a raíz de la recuperación de sólidos presenta valores máximos permitidos $\geq 6\%$ grasa tal cual, con este resultado tenemos reproceso y variación de la calidad de la harina, reduciendo nuestra utilidad y precio de venta. (Ver tabla 22, 99 p.)

Aumento del precio de venta de \$ 1 576 a \$ 1 596 dólares.

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max } Z = 1\,134 X_1 + 2\,678 X_2 \quad (4)$$

Max Z= \$ 5 302,25,10 dólares. Produciendo: 1 T de harina y 1,25 T de aceite.

La presente función objetivo se da cuando hay una optimización en el proceso de separación de grasas, donde la torta ambiental (Lodo) a raíz de la recuperación de sólidos presenta valores máximos permitidos $\leq 6\%$ grasa tal cual, con este resultado tenemos un proceso en línea y aseguramiento de la calidad de la harina. (Ver tabla 22, 99 p.)

Sensibilidad en función al precio de venta de aceite de pescado.

Reducción del precio de venta de \$ 3 072 a \$ 3 022 dólares.

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max } Z = 1\,114 X_1 + 2\,698 X_2 \quad (5)$$

Max Z= \$ 5 301,25,10 dólares. Produciendo: 1 T de harina y 1,25 T de aceite.

La presente función objetivo permite ver los valores mínimos donde no afectan la solución óptima, presentando optimización en el proceso de recuperación de grasas.

Aumento del precio de venta de \$ 3 072 a \$ 3 092 dólares.

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max } Z = 1\,114 X_1 + 2\,698 X_2 \quad (6)$$

Max Z= \$ 5 301,17 dólares. Produciendo: 1 T de harina y 1,25 T de aceite.

La presente función objetivo permite ver los valores máximos donde no afectan la solución óptima, presentando optimización en el proceso de recuperación de grasas.

3.6 Contrastación de hipótesis.

Las dimensiones de la programación lineal cumplen el objetivo de maximizar la utilidad, la contrastación de hipótesis se realizó con los datos del pre test (Ver tabla 4) y post test (Ver tabla 5), haciendo uso del software Xlstat, aplicando t de pareo para dos muestras sobre un análisis asintótico y como hipótesis alternativa $H_1-H_0 < 0$.

Tabla 4: *Contrastación harina pre test y post test .*

Precio mensual antes de la P.L. Pre test					Precio mensual después de la P.L. Post test				
Mes	Precio venta	Costo total	Utilidad total Pre test HARINA (\$/T)	Utilidad %	Mes	Precio venta	Costo total	Utilidad total Post Test HARINA (\$/T)	Utilidad %
Ene. 2017	1 804.00	237.00	1 567.00	86.86	Ene. 2018	1 948.32	237.00	1 711.32	94.86
Feb. 2017	1 853.00	237.00	1 616.00	87.21	Feb. 2018	2 001.24	237.00	1 764.24	95.21
Mar. 2017	1 585.00	237.00	1 348.00	85.05	Mar. 2018	1 711.80	237.00	1 474.80	93.05
Abr. 2017	1 496.00	237.00	1 259.00	84.16	Abr. 2018	1 615.68	237.00	1 378.68	92.16
May. 2017	1 436.00	237.00	1 199.00	83.50	May. 2018	1 550.88	237.00	1 313.88	91.50
Jun. 2017	1 455.00	237.00	1 218.00	83.71	Jun. 2018	1 571.40	237.00	1 334.40	91.71
Jul. 2017	1 430.00	237.00	1 193.00	83.43	Jul. 2018	1 544.40	237.00	1 307.40	91.43
Ago. 2017	1 442.00	237.00	1 205.00	83.56	Ago. 2018	1 557.36	237.00	1 320.36	91.56
Sep. 2017	1 502.00	237.00	1 265.00	84.22	Sep. 2018	1 622.16	237.00	1 385.16	92.22
Oct. 2017	1 458.00	237.00	1 221.00	83.74	Oct. 2018	1 574.64	237.00	1 337.64	91.74
Nov. 2017	1 450.00	237.00	1 213.00	83.66	Nov. 2018	1 566.00	237.00	1 329.00	91.66
Dic. 2017	1 657.00	237.00	1 420.00	85.70	Dic. 2018	1 789.56	237.00	1 552.56	93.70

Fuente: Tomado del portal web estadístico del BCRP.

Tabla 5: *Contrastación aceite pre test y post test .*

Precio mensual antes de la P.L. Pre test					Precio mensual después de la P.L. Post test				
Mes	Precio venta	Costo total	Utilidad total pre test ACEITE (\$/T)	Utilidad %	Mes	Precio venta	Costo total	Utilidad total Pos Test ACEITE (\$/T)	Utilidad %
Ene. 2017	2 567.54	237.00	2 330.54	90.77	Ene. 2018	2 695.92	237.00	2 458.92	95.77
Feb. 2017	2 423.77	237.00	2 186.77	90.22	Feb. 2018	2 544.96	237.00	2 307.96	95.22
Mar. 2017	3 072.60	237.00	2 835.60	92.29	Mar. 2018	3 226.23	237.00	2 989.23	97.29
Abr. 2017	2 864.90	237.00	2 627.90	91.73	Abr. 2018	3 008.15	237.00	2 771.15	96.73
May. 2017	2 768.60	237.00	2 531.60	91.44	May. 2018	2 907.03	237.00	2 670.03	96.44
Jun. 2017	2 609.80	237.00	2 372.80	90.92	Jun. 2018	2 740.29	237.00	2 503.29	95.92
Jul. 2017	2 713.90	237.00	2 476.90	91.27	Jul. 2018	2 849.60	237.00	2 612.60	96.27
Ago. 2017	1 397.90	237.00	1 160.90	83.05	Ago. 2018	1 467.80	237.00	1 230.80	88.05
Sep. 2017	1 417.10	237.00	1 180.10	83.28	Sep. 2018	1 487.96	237.00	1 250.96	88.28
Oct. 2017	1 832.90	237.00	1 595.90	87.07	Oct. 2018	1 924.55	237.00	1 687.55	92.07
Nov. 2017	1 703.50	237.00	1 466.50	86.09	Nov. 2018	1 788.68	237.00	1 551.68	91.09
Dic. 2017	2 216.50	237.00	1 979.50	89.31	Dic. 2018	2 327.33	237.00	2 090.33	94.31

Fuente: Tomado del portal web estadístico del BCRP.

A continuación, se presenta la contrastación de la hipótesis principal:
H0: El uso de la programación lineal **no mejora** los niveles de separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco 2018.

H1: El uso de la programación lineal **mejora** los niveles de separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco 2018.

Los resultados obtenidos de la tabla 4, pre y post test de la total utilidad de la harina de pescado de la planta de recuperación PAMA (Ver tablas 4, p. 51), se ingresaron al software Minitab 18, el cual determinó que las medias difieren en el nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se determina la aceptación de la hipótesis alterna.

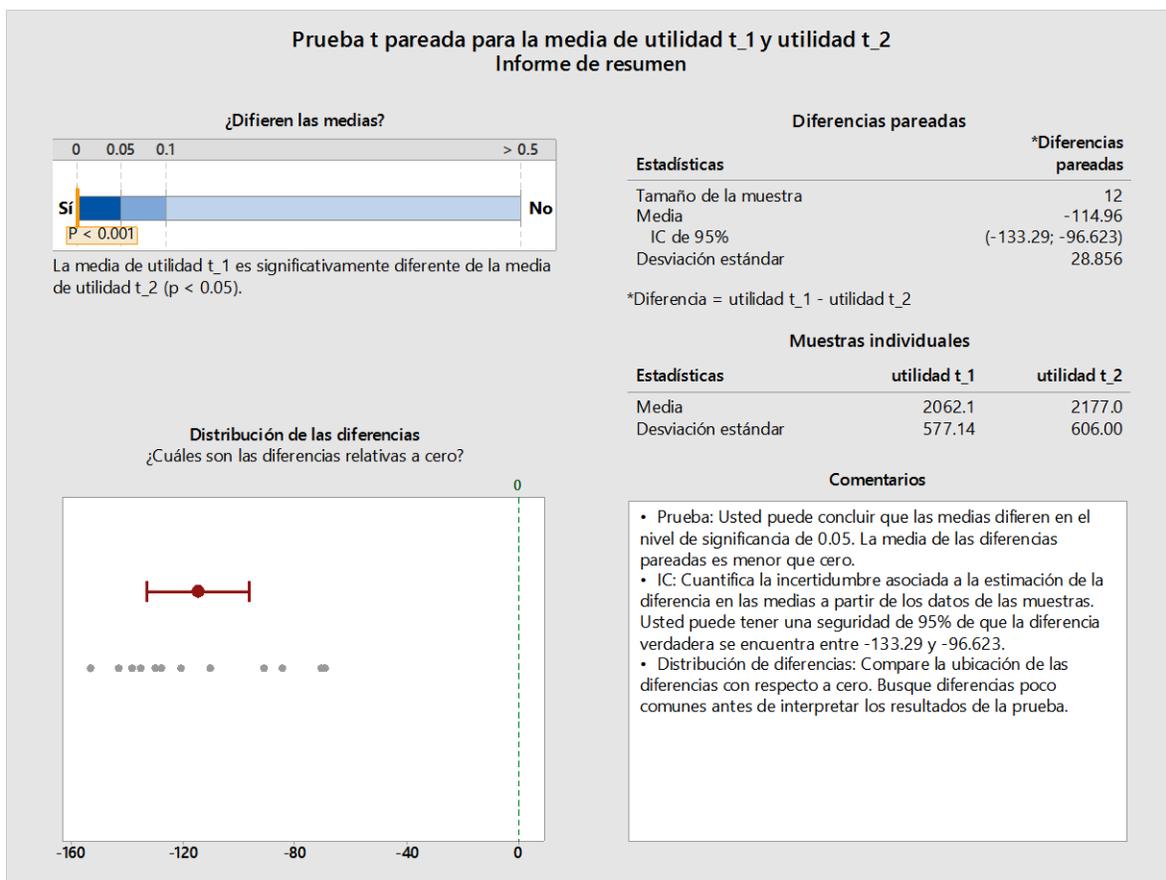


Figura 5 Resumen prueba t pareada pre y post utilidad total de la harina. Fuente: Tomado de Minitab 18.

Tabla 6: Prueba de Shapiro-Wilk.

Prueba de Shapiro-Wilk:

W (valor observado)	0.773
p-value unilateral	0.005
Alpha	0.05

Fuente: Tomado del software XLstat. Elaboración propia.

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula ya que el valor de probabilidad es 0.005 por lo tanto es menor al umbral de significación Alfa=0,050 donde la muestra sigue una ley normal.

Los resultados obtenidos de la tabla 5, pre y post test de la total utilidad del aceite de pescado de la planta de recuperación PAMA (Ver tabla 5, p. 52), se ingresaron al software Minitab 18, el cual determinó que las medias difieren en el nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se determina la aceptación de la hipótesis alterna.

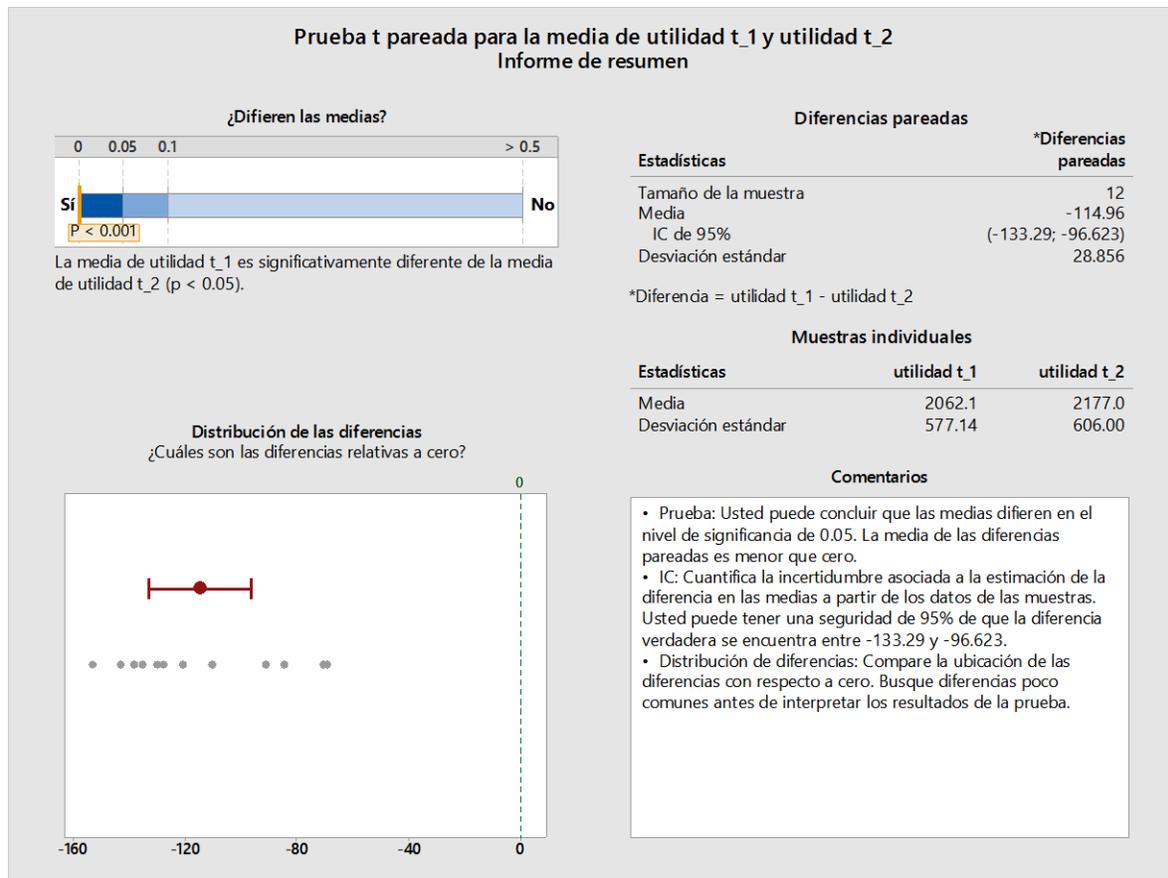


Figura 6: Resumen prueba t pareada pre y post utilidad total del aceite. Fuente: Tomado de Minitab 18

Tabla 7: Prueba de Shapiro-Wilk.

Prueba de Shapiro-Wilk:

W (valor observado)	0.773
p-value unilateral	0.005
Alpha	0.05

Fuente: Tomado del software Xlstat. Elaboración propia.

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula ya que el valor de probabilidad es 0.005 por lo tanto es menor al umbral de significación Alfa=0,050 donde la muestra sigue una ley normal.

Contrastación de hipótesis específicas

I. Diagnóstico (D1) y Separación de grasas (Y)

1. Formulación de hipótesis

Ho: La determinación de un costo inicial y final en un modelo de programación lineal **no optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

H1: La determinación de un costo inicial y final en un modelo de programación lineal **optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

2. Valor crítico para estadístico de prueba

$r_{critica}(gl; \alpha) = r_{critico}(gl = 10; \alpha = 0,05) = \pm 0,632$ (tomado del anexo 5)

Dónde: g.l. = (n observaciones - 2) = 12 meses - 2 = 10

α = nivel de significancia.

3. Valor calculado para el estadístico de prueba

	costo total	Aceite de Recuperación pre	costo total	Aceite de Recuperación post
ene-17	237	16,51	230	19,81
feb-17	237	14,54	232	17,45
mar-17	237	15,65	236	18,78
abr-17	237	13,5	233	16,2
may-17	239	13,68	231	16,41
jun-17	237	16,78	231	20,14
jul-17	237	11,7	229	14,04
ago-17	237	18,64	230	22,37
sep-17	237	6,46	230	7,75
oct-17	237	9,62	230	11,54
nov-17	237	6,6	231	7,92
dic-17	237	3,2	229	3,84

Figura 7: Tabla pre test y post test de recuperación de harina en función al costo, tomado de XLstat.

Coefficientes de ajuste: Pre test

R (coeficiente de correlación)	0,094
R ² (coeficiente de determinación)	0,009
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	-0,090
SCR	252,217

Resultados tomados de XLSTAT

Figura 8: Coeficiente de ajuste pre test.

Coefficientes de ajuste: Pos test

R (coeficiente de correlación)	0,375
R ² (coeficiente de determinación)	0,141
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,055
SCR	315,021

Resultados tomados de XLSTAT

Figura 9: Coeficiente de ajuste post test.

4. Toma de decisión.

Como el r calculado $=+0,094$ está comprendido entre el intervalo de r crítico $= \pm 0,632$ cae en la región de aceptación; entonces aceptamos la hipótesis nula H_0 ; en consecuencia, aceptamos H_0 al 95% de nivel de confianza y 5% de significancia que la determinación de un costo inicial y final **no optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

Sin embargo, se observa que en la evaluación post test, la correlación se incrementa, esto implica que la fuerza de la separación de grasa tiende a ser factible en la medida que se controlen los costos hasta llegar al límite de cambio en la región crítica en que, en efecto la recuperación de la grasa dependa de los costos.

II. Variables de decisión (D2) y Separación de grasas (Y)

1. Formulación de hipótesis

H_0 : Las variables de decisión en un modelo de programación lineal **no optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

H_1 : Las variables de decisión en un modelo de programación lineal **optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

2. Valor crítico para estadístico de prueba

r crítica ($g.l.; \alpha$) = r crítico ($g.l = 8; \alpha = 0,05$) = $\pm 0,707$ (tomado del anexo 5)

Dónde: $g.l. = (n \text{ observaciones} - 2) = 10 \text{ meses} - 2 = 8$

α = nivel de significancia

3. Valor calculado para el estadístico de prueba.

2017	utilidad	Harina Producida pre	utilidad	Harina Producida post
enero	1259	81,54	1329	94,45
febrero	1259	85,90	1329	94,09
marzo	1259	52,51	1329	64,15
abril	1259	72,67	1329	87,83
mayo	1199	91,50	1552	94,7
junio	1199	47,57	1552	72,7
julio	1199	63,24	1552	76,29
agosto	1218	89,25	1711	98,52
septiembre	1218	49,23	1711	63,32
octubre	1218	13,90	1711	19,09

Figura 10: Tabla pre test y post test de recuperación de harina en función a la utilidad, tomado de Xlstat

Coeficientes de ajuste: pre test

R (coeficiente de correlación)	0,205
R ² (coeficiente de determinación)	0,042
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustad	-0,078
SCR	5155,766

Resultados tomados de XLSAT

Figura 11: Coeficiente de ajuste pre test.

Coeficientes de ajuste: post test

R (coeficiente de correlación)	0,421
R ² (coeficiente de determinación)	0,177
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,074
SCR	4290,077

Resultados tomados de XLSTAT

Figura 12: Coeficiente de ajuste post test.

4. Toma de decisión.

Como el r calculado $=+0,205$ está comprendido entre el intervalo de r crítico $= \pm 0,707$ cae en la región de aceptación entonces aceptamos la hipótesis nula H_0 , en consecuencia, aceptamos H_0 al 95% de confianza y 5% de significancia que las variables de decisión en un modelo de programación lineal **no optimizan** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018. Sin embargo comparando ambos coeficientes de correlación pre y post test, se observa que la correlación entre las variables de decisión y separación de grasas post se incrementa casi al doble de la relación; la tendencia implica que de proseguir con esta tasa de cambio, es posible que sobrepase el nivel r crítico del 70,7%; por otro lado, incrementando las lecturas a 24 periodos, la decisión cambia aceptando que las variables de decisión en el modelo de programación lineal si optimiza la separación de grasas

III. Función objetivo (D3) y Separación de grasas (Y)

1. Formulación de hipótesis

H_0 : La determinación de la función objetivo en un modelo de programación lineal **no optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

H_1 : La determinación de la función objetivo en un modelo de programación lineal **optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

2. Valor crítico para estadístico de prueba

r crítica ($gl; \alpha$) = r crítico ($gl = 21; \alpha = 0,05$) = $\pm 0,433$ (tomado del anexo 5)

Dónde: $g.l. = (n \text{ observaciones} - 2) = 23 - 2 = 21$

α = nivel de significancia

3. Valor calculado para el estadístico de prueba:

	Separadora Ambiental torta(t/hr)	Agua ingreso flujo (m3/hr)
1	5,02	130,00
2	8,24	150,00
3	6,64	130,00
4	5,29	130,00
5	5,67	130,00
6	5,48	130,00
7	5,59	130,00
8	5,93	130,00
9	5,65	120,00
10	5,79	131,11
11	5,9	120,00
12	5,43	145,00
13	5,89	145,00
14	5,84	145,00
15	6,49	160,00
16	6,51	180,00
17	6,33	180,00
18	5,76	180,00
19	6,1	180,00
20	4,99	120,00
21	4,88	120,00
22	5,86	130,00
23	6,49	150,42

Figura 13: Tabla de producción de torta ambiental en función al ingreso de flujo.

Coefficientes de ajuste: Separadora ambiental torta y agua

R (coeficiente de correlación)	0,448
R ² (coeficiente de determinación)	0,200
R ² aj. (coeficiente de determinación ajustado)	0,162
SCR	7572,128

Resultados tomados de XLSTAT

Figura 14: Coeficiente de ajuste separadora ambiental

4. Toma de decisión.

Como el r calculado = + 0,448 no está comprendido en el intervalo de r crítico = ± 0.433 cae en valor de rechazo; por lo tanto, rechazamos la H_0 , en consecuencia, aceptamos la hipótesis alternativa H_1 que al determinar la función objetivo y los parámetros de trabajo en el modelo de programación lineal **optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

IV. Restricciones (D4) y Separación de grasas (Y)

1. Formulación de hipótesis

H_0 : La determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal **no optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

H_1 : La determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal **optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

2. Valor crítico para estadístico de prueba

r crítica ($g.l.$; α) = r crítico ($g.l. = 18$; $\alpha = 0,05$) = $\pm 0,468$ (tomado del anexo 5)

Dónde: $g.l. = (n \text{ observaciones} - 2) = 20 - 2 = 18$

α = nivel de significancia

3. Valor calculado para el estadístico de prueba:

	tiempo(h)	porcentaje absorcion(%)
1	3	50,1
2	10	49,5
3	24	85,4
4	4	54,2
5	11	68,7
6	24	95,2
7	2	67,7
8	12	66,1
9	24	84,4
10	2	51,1
11	12	69,4
12	24	85,4
13	2	54,2
14	12	68,7
15	24	95,2
16	2	67,7
17	12	66,1
18	24	84,4
19	2	51,1
20	12	69,4

Figura 15: Tabla de restricciones en función del porcentaje de absorción.

<u>Coefficientes de ajuste: Absorción</u>	
R (coeficiente de correlación)	0,891
R ² (coeficiente de determinación)	0,793
R ² aj. (coeficiente de determinación ajusta)	0,782
SCR	872,984

Resultados tomados de XLSTST

Figura 16: Coeficiente de ajuste de absorción

4. Toma de decisión.

Como el r calculado = + 0,891 no está comprendido en el intervalo de r crítico = ± 0.468 cae en valor de rechazo; por lo tanto, rechazamos la H_0 , en consecuencia, aceptamos la hipótesis alternativa H_1 que la determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal **optimiza** la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018.

IV. DISCUSIÓN

Según los resultados de la investigación en la contrastación de la hipótesis principal, al 95% de confianza y 5% de significancia, se encuentra que la contribución por cada tonelada de aceite y una contribución de \$ 770,00 en la Planta de recuperación de sólidos se busca recuperar 1,25 toneladas de aceite de pescado con una contribución de \$ 3 002,50 para maximizar las utilidades de la empresa en \$ 3 772,50. Los análisis de sensibilidad practicados en el modelo de programación lineal al medir la sensibilización del precio de venta de aceite de pescado para el precio de harina \$ 1 114,00 y para el aceite, se incrementó a \$ 2 608,00 donde, la máxima utilidad que se alcanza es de \$ 5 301,17 lo que significa un incremento del 40,52% en las utilidades de la planta de separación de grasas. Existen coincidencias con los resultados alcanzados por Arizaca y Caballero (2015) en su tesis “Aplicación de modelos matemáticos en el tratamiento de efluentes provenientes de la industria utilizando el proceso de oxidación avanzada” quienes sostienen que el análisis de las influencias de las variables permite concentraciones del 30% de H₂O₂ para el tratamiento de efluentes.

1. Según la contrastación de la primera hipótesis específica se encuentra que, al realizar el diagnóstico inicial y final del costo en el modelo de programación lineal, al 5% de significancia se encuentra de por sí, no se encuentra que exista una optimización en la separación de las grasas en la planta de harina de pescado. Realizar por tanto el diagnóstico no tiene efecto real en la función objetivo de maximizar las utilidades o minimizar costos. Las pruebas pre test y pos test para el diagnóstico y recuperación de grasas, se rechazan la hipótesis que exista optimización como resultado solo conocer el costo de las operaciones. Los hallazgos en la tesis de CASTILLO, F. (2016). Con el título “Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L.” encuentra que se deben establecer alarmas para medir niveles de aprendizaje mejorando el sistema de despacho considerando los costos de producción como punto de partida para la configuración de la flota de carguío y acarreo. Esta coincidencia de criterio del control del costo es sostenible para la configuración de la flota como de los recursos o equipos en la recuperación de grasas en la planta.

2. Considerando que, al 95% las variables de decisión harina y aceite en el modelo de programación lineal de la recuperación de grasas no optimiza la función objetivo, encontramos comprensible este resultado, dado que lo que se busca es justamente la recuperación de estos parámetros por intermedio de los recursos de los que se dispone en el proceso de recuperación como por ejemplo maquinaria. Sin embargo, se considera que hay 20,5% de fuerza de correlación entre la producción de harina pre test y las utilidades comparado con la recuperación de harina post tratamiento de 42,10% al mejorar la producción de harina en la planta y las utilidades resultantes. Sin embargo, aunque se registra un valor de relación mayor, éste no es resultado del modelamiento matemático de recuperación de grasas en la empresa. En este aspecto, existen coincidencias con la tesis de Burgos, C. (2014) “Tratamiento del agua de bombeo para la recuperación de aceite y sólidos en la empresa pesquera tecnológica de alimentos S.A.” concluyendo que el proceso de recuperación de sólidos permite obtener niveles de recuperación de harina y grasas del 95% que anteriormente se evacuaban al mar alcanzando niveles de ganancias del 15% en harina y 5% de aceites recuperado de los efluentes que eran segregados al mar.

3. Según se reporta en la contratación de la tercera hipótesis referida a la función objetivo y la recuperación de grasas y considerando como parámetros a la separadora ambiental de torta y el flujo de agua de ingreso a la planta, encontramos que en efecto estos indicadores si permiten optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en la empresa; por tanto, al 95% de confianza, se puede establecer significativamente que el control de los parámetros de los recursos como la separadora ambiental y el volumen de agua del proceso asegura la optimización de la recuperación de grasas en la planta de producción de harina de pescado, resultado coincidente con la tesis de Romero y Rodriguez (2014) “Propuesta de un sistema de depuración del agua de bombeo utilizando el método de flotación con aire disuelto (DAF) y floculantes para reducir los niveles de contaminación en la empresa pesquera Hayduk S.A. – Malabrigo” quien llega a afirmar que en efecto si se produce una reducción significativa de los indicadores de contaminación, entonces se habrá reducido los niveles de contaminación, los indicadores ambientales señalan logros importantes como una reducción de consumo

de agua en el origen y de energía en el orden del 25% y 20%, respectivamente. Así mismo la recuperación de grasas y sólidos aumenta. Se afirma por lo tanto que controlando los parámetros como la separadora ambiental y el flujo de agua se optimiza la recuperación de la separación de grasas del proceso de fabricación de harina en la planta y en consecuencia se reducen los niveles de contaminación del mar y mejoran las utilidades.

4. De conformidad a la cuarta contrastación estadística sobre las restricciones y la separación de grasas es posible afirmar con un nivel de 95% de confianza, que son los parámetros de las desigualdades o restricciones como el Trommel , las trampas de grasa los DAF, la celda química , separadora ambiental y PAMA contribuyen en el modelo de programación lineal a la optimización de la separación de grasas en la planta de fabricación de harina de pescado, en donde existe una fuerte relación del 89,10% entre el tiempo del proceso de flotación de la torta en proceso de separación y el tiempo que garantiza la mejor separación de sólidos y líquidos con material de arrastre recuperable como recurso comercial. El proceso de controlar el tiempo, se mejora con aceleradores químicos y biológicos además de procesos mecánicos por tanto es conveniente controlar los parámetros que optimizan la recuperación de grasas; resultados que coinciden con la tesis de Núñez, C. (2014) “Recuperación de sólidos del agua de cola por coagulación-floculación y cuantificación de histamina” quien al utilizar técnicas fisicoquímicas de coagulación – floculación logra extraer contenidos de histamina del líquido residual y sólidos del agua de cola, resultados concordantes con el nivel de absorción porcentual en dependencia del tiempo de proceso fisicoquímico de separación de grasas de la fabricación de harina en la empresa pesquera.

V. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que el modelamiento matemático de las variables de trabajo del modelo de programación lineal permite la medición de los coeficientes tecnológicos que aseguren la máxima utilidad o caso contrario el mínimo costo de las Funciones Objetivo de ganancia/pérdidas. El control de las fluctuaciones o variación de los parámetros de la programación lineal permite a los tomadores de decisiones conocer los límites críticos determinados matemáticamente, en los que, sin conocimiento de éstos, las operaciones de recuperación de harina y aceites de pescado serian desconocidos, por lo tanto, operaciones de trabajo de recuperación sujetos a riesgos de pérdidas.

1. Podemos afirmar como consecuencia de la contratación de la hipótesis específica dos que si bien es cierto que los costos no tienen influencia en la recuperación de grasa en el modelo de programación lineal no se optimiza, si es un indicador a tomar en cuenta en el proceso de separación de grasas; ya que a mayor cantidad de separación de grasas mayor será la cantidad de aceite procesado los que permiten margen de maniobra de las operaciones para aumentar el margen de utilidad en las operaciones de recuperación de harina y aceite de pescado en la planta. Por otro lado, tener controlado la eficiencia operacional de los equipos del proceso de separación de grasas, es muy importante. Caso contrario se busca aquella actividad que genera la mayor contribución de grasas en el proceso de separación en función de la producción de aceite de pescado.
2. A la vista de los resultados significativos de la segunda hipótesis específica referida a las variables de decisión en el modelo de programación lineal es posible afirmar al 95% de confianza que el incremento de la producción de harina en el estudio pre y comparado con el estadio pos test o tratamiento, encontramos que se incrementan la intensidad de la relación con las utilidades desde el 20,50% hasta el 42,10%. Este resultado evidente y lógico explica la intensidad del crecimiento de las utilidades cuando se incrementa los volúmenes de recuperación de harina y aceite en la comercialización de la empresa pesquera.
3. Es posible afirmar al 5% de significancia y 95% de confianza que se alcanzan niveles óptimos de recuperación de grasas del proceso de fabricación de harina en la empresa,

logrando de esta manera reducir el daño ambiental al mar, recuperar la mayor cantidad de sólidos y grasas y en consecuencia es posible evitar multas por daño ambiental, pero sobre todo evitar pérdidas de producto comercial como harina y aceite de pescado. La correlación del 44,80% es considerable como ratio de explicación entre la separadora ambiental y los flujos de agua en el proceso de recuperación de sólidos y grasas en la empresa pesquera.

4. En relación al efecto de control de las restricciones en el modelo matemático de programación lineal y la recuperación de grasas en esta última etapa de la investigación, encontramos al nivel de confianza del 95% que en efecto el proceso fisicoquímico de absorción y separación de material de trabajo en la separación de grasas depende de la aplicación y control de los reactivos aceleradores catalíticos para recortar el tiempo de proceso; por lo tanto, el 89,10% de la relación entre los parámetros de tiempo y absorción es una de las operaciones a controlar para mejorar los resultados de separación de las grasas y sólidos en la planta de fabricación de harina de pescado.

VI. RECOMENDACIONES

En la medida que es conveniente tener conocimiento de los indicadores de los parámetros de la separación y recuperación de grasas del proceso productivo en la planta; se tendrá en control del proceso. En general, la mayoría de las empresas evitan llevar un control riguroso de los indicadores de producción, por lo tanto, desconocen la marcha de la producción como en este caso, de la recuperación de sólidos y grasas de los efluentes de la producción de harina en la empresa, esto significa dinero que se pierde por efluentes, y grasas que contaminan el mar, por lo tanto, también, controlando los parámetros, cuidamos el medio ambiente.

1. Según lo determinado, existe un 5% de probabilidad de equivocarnos al considerar que el costo no optimiza la recuperación de grasas; por lo tanto, aunque sea el resultado del modelamiento estadístico al comprender que existe una fuerza de relación del 9,40 % pre test que crece al 37,5% pos test que explica que el proceso de recuperación de grasas mejora en la medida que se reducen los costos. Esta relación estadística nos indica que siempre será conveniente tener controlado el costo será cuando menos un parámetro de control conveniente en la empresa.
2. A la vista del análisis estadístico significativo del 95% de confianza, se sugiere que debido a que existe una fuerza de relación de 42,10% entre las utilidades y la recuperación de harina y aceite en el proceso de fabricación de harina de pescado, mantener controles adecuados de los indicadores de la producción de harina como la recuperación de harina de los efluentes de la planta y el crecimiento de las utilidades respectivamente.
3. Es posible equivocarnos al 5% del nivel de significancia al afirmar significativamente que existiendo una importante fuerza de relación del 44.80% entre los recursos separadora ambiental y volumen de agua, se recomienda controlar los volúmenes de agua de tal manera que no se exijan costos en el reproceso para devolverla al mar y sobre todo evitar las pérdidas como vehículos de harina y aceite de pescado.
4. Al nivel de 5% de significancia y 95% de confianza es posible establecer a manera de recomendación a la empresa que los procedimientos fisicoquímicos de recuperación de

grasas son atendibles de medir y controlar toda vez que asegura mejores tasas de recuperación para evaluar la marcha cuantitativa del proceso de separación de grasas.

Finalmente, considerar que la identificación, medición y control de evolución de los indicadores claves de éxito del proceso de separación de grasas en la planta es uno de los procedimientos que, soportados por la programación lineal, permitirá asegurar la mayor recuperación, en consecuencia, menor impacto negativo en el medio ambiente y mayores utilidades para la empresa.

VII. REFERENCIAS

ARIZACA, Luz y CABALLERO, Corsina. Aplicación de modelos matemáticos en el tratamiento de efluentes provenientes de la industria utilizando el proceso de oxidación avanzada. Tesis (Ingeniero Industrial). Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín. Perú, 2015. 110 p.

Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/92>.

BOHORQUEZ, Jhon Y SANCHEZ, Cristian. Desarrollo de un modelo matemático para la asignación y rotación de personal para la compañía prestada del SITP; Este es mi bus S.A.S. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogota. Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Colombia, 2015. 110 p.

Disponible en <http://hdl.handle.net/11349/5036>.

BURGOS, Cesar. Tratamiento del agua de bombeo para la recuperación de aceite y sólidos en la empresa pesquera tecnológica de alimentos S.A.”. Tesis (Ingeniero Agroindustrial). Nuevo Chimbote. Universidad nacional del santa. Perú, 2014. 201 p.

Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1949>.

CARBONEL, Teresa. Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. Perú, 2015. 87 p.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/126>.

CASTILLO, Frank. Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca. Universidad Cesar Vallejo. Perú, 2016. 152 p.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11035>.

CONCHA, Fernando. Manual de Filtración & Separación. Universidad de Concepción. . Concepcion : Centro de Imagen Corporativa Red Cettek, Fundación Chile., 2001. 474 p. ISBN 956-291-042-3.

DIAZ, Jose. Programación lineal modelo para minimizar la merma en el proceso de cortes de rollos de película para la elaboración de fotolitos empresa grupo Digigraf S.A. Tesis (Licenciatura en Operaciones). Lima. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Perú, 2013. 154 p.

Disponible en <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3387>.

FLORES, Edilberto. Estabilización de emulsiones alimentarias, aceite de pescado en agua en función del procesado y del contenido de emulsificantes, estabilizantes y antioxidantes. Lima : Diseños&Impresiones Sara E. Paredes Ríos, 2006. 352 p.

ISBN 9972-2939-0-4.

GINESTÁ, Anahí. Desarrollo de nuevas tecnologías de separación basadas en líquidos iónicos para la recuperación de metales pesados de efluentes acuosos. Tesis (Ingeniero Químico). Cartagena. Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia. 2014, 179 p.

Disponible en <http://hdl.handle.net/10317/4813>.

GUTIERREZ, Keila. Optimización del presupuesto de obra utilizando la programación lineal en la partida de encauzamiento de la defensa ribereña del río Chicama: sector Careaga -Cartavio -La Libertad. Tesis (Ingeniería Agrícola). Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 2017, 118 p.

Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9692>.

HAYDUK, CORPORACION. Actividades y procedimientos operacionales de producción. Coishco : s.n., 2018, 99 p..

Vol. I. HD.OPI.GU.012.

HILLIER, Frederick y LIEBERMAN, Gerald. 2010. Introducción a la investigación de operaciones. Novena. Mexico, DF : McGrawHill Educación, 2010. Vol. I.

ISBN 978-607-15-0308-4.

HUAYNASI, Alex. Optimización de rutas de transporte para mejorar la productividad en la Empresa Intervega S.A.C. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo. Perú. 2016, 163 p.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3114>.

LUGO, Juan. wordpress. wordpress. [En línea] 5, www.wordpress.com, Febrero de 2012. Disponible en: <https://juanlugomarin.files.wordpress.com/2011/02/io-guia-tema-5.pdf>.

MALACATUS, Paul. Generación de efluentes en el proceso de extracción de aceite crudo de Palma en el Ecuador. Octubre, 2017, Vol. III, 459-659 p.

MARTINEZ, Jhon. Recuperación de lodos de las lagunas de oxidación provenientes del proceso de extracción de aceite de palma, para usar como abono en cultivos de palma africana. Tesis(Ingeniería Ambiental). Bucaramanga. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia Unad. Bucaramanga. Colombia, 2015, 63 p.

Disponible en <http://hdl.handle.net/10596/3823>.

MATÍAS, Victor y PALACIOS, Jeison. Estudio técnico para la implementación de un sistema de separación de aguas oleosas con el fin de reducir la contaminación del suelo en el tecnocentro Santa Elena ubicado en el cantón Santa Elena. Tesis(Ingeniería Industrial). La libertad. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador. 2015, 130 p.

Disponible en <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/3616>.

MCCABE, Warren, SMITH, Julian y HARRIOTT, Peter. 1991. OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERIA QUIMICA. Vol. I. [ed.] Unit Operations of Chemical Engineering. Cuarta. Madrid : McGRAW-HILLPNTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U., 1991. 1114 p.

ISBN: 0-07-044828-0.

MONJA, Merly y SEDAN, Manuel. Aplicación de programación lineal en la planeación y programación de la producción de azúcar, para mejorar la productividad de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A. Tesis (Ingeniería Agroindustrial). Pimentel. Universidad Señor de Sipan. Perú. 2016, 110 p.

Disponible en <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/881>.

NAGUA, Glenda. Recuperación de aguas residuales grises mediante biofiltros.Tesis (Ingeniería en Medio Ambiente). Latacunga. Universidad técnica de cotopaxi. Ecuador. 2016, 110p.

Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3564>.

NUÑEZ, Claudia. Recuperación de sólidos del agua de cola por coagulación-floculación y cuantificación de histamina. Tesis (Ingeniero Pesquero). Lima. Universidad nacional agraria la molina. Perú. 2014, 151 p.

Disponible <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1920>.

PEÑAHERRERA, Tomás. 2017. Diseño de tratamiento primario para agua residual de producción de látex concentrado. Tesis (Ingeniero Químico). Quito. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. 2017, 88p.

Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6578>.

Quispe, Sinthia y SOLORZANO, Rosario. 2015. Separación de ácidos grasos libres, caratenoides y tocoferoles contenidos en aceite de aguaje (*Mauritia flexuosa*), mediante destilación discontinua a vacío y cromatografía preparativa en columna. Tesis (Ingeniería

Agroindustrial). Puerto Maldonado. Universidad Nacional Amazónica. De Madre De Dios. Perú. 2015, 112 p.

Disponible en <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/70>.

RIVEROS, Daniel. Aplicación de la investigación de operaciones al problema de la distribución a una empresa logística. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima. Univesidad Mayor de San Marcos. Perú. 2015, 123 p.

Disponible en <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4365>.

ROMERO, William y RODRIGUEZ, Edy. 2014. Propuesta de un sistema de depuración del agua de bombeo utilizando el método de flotación con aire disuelto (daf) y floculantes para reducir los niveles de contaminación en la empresa pesquera Hayduk s.a. – Malabrigo. Tesis (Ingeniero Químico). Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 2014, 118 p.

Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3577>.

ROSERO, Cesar y FIERRO, Cesar. Modelo de programación lineal para un sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP) en la empresa de calzado de seguridad industrial MARCIA. Tesis (Ingeniero Industrial) Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 2017, 202 p.

Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25536>.

RUIZ, Rafael. Analisis de aguas parametros fisicos. Universidad de Cartagena. Cartagena : s.n., 1998. pág. 263, Texto Guia.

ISSN 1998-01.

SALAS, Jimmy. Optimización de la separación Pb - Cu a base de CNNA en planta concentradora compañía minera Quiruvilca. Tesis (Ingeniero de Minas). Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín. Perú. 2014, 60 p.

Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2598>.

SANCHEZ, Daniel. Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. Revista de ingenierías USBMED. Enero-Julio 2017, 2017, Vol. IX, 1, págs. 7-11. Revista Nivel Q2.

Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones. [ed.] Gabriela Lopez. Novena. Mexico : Pearson, 2012. pág. 824. Vol. I.

ISBN 9786073207966.

VALENZUELA, Alonso y VALENZUELA, Rodrigo. Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿Cómo aportarlos? Junio, 2014, Vol. XLI, 2, págs. 1-7.

VIEYRA, Gelacio. 2014. Recuperación de lodos del agua de bombeo en la producción de harina de pescado. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Alas Peruanas. Perú, 2014. 89 p.

Disponible en <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/2087>.

ZUMARAN, Alonso y RONDON, Gudelia. Efectos y recuperación de los sistemas analíticos generados en las diferentes etapas del Overtreatment en una planta pesquera. Tesis (Ingeniería Industrial). Arequipa. Universidad Nacional De San Agustín. Perú, 2014. 112 p.

Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4028>.

Bibliografía.

CORPORACION HAYDUK, Guía de laboratorio de Harina y Aceite de Pescado, Perú, Corporación Hayduk S.A., 2016. HD.TEF.GU.010.

CORPORACION HAYDUK, Actividades y Procedimientos Operacionales de Producción, Perú, Fuente Corporación Hayduk S.A., 2018. HD.OPI.GU.012.

DEZA, Jaime y MUÑOZ, Sabino, Metodología de la Investigación Científica, Perú, Ediciones Universidad Alas Peruanas, 2008. Número 2008-06429.

DE LEMOS, Carlos, Principios del Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Reactores Anaeróbicos, Brasil, Editorial Universitaria, Universidad de Nariño, 2007. ISBN 978-958-8609-56-0.

FREDERICK, Hillier y GERALD, Lieberman, Introducción a la Investigación de Operaciones. México: McGrawHill Educación, 2010. ISBN 978-607-15-0308-4.

HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de Administración de Operaciones. México: Pearson Education, 2009. ISBN: 978-6074420999.

ISLA, Ricardo, Proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas de Procesos, Residuales y de Refrigeración, España, BELLISCO Ediciones Técnicas y Científicas, 2005. ISBN 84-96486-05-2.

MUÑOZ, Carlos, Como Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis, Prentice Hall hispanoamericana, S.A. México, 1998. ISBN 970-17-0139-9.

TAHA, Hamdy. Investigación de Operaciones. México: Pearson Education, 2012. ISBN: 978-6073207966.

WAYNE, Winston, Investigación de Operaciones, México: Thomson Editores S.A., 2005. ISBN: 970-686-362-1.

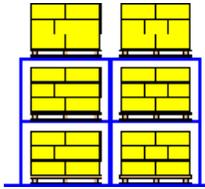
Linkografía.

- <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigación-de-operaciones/programación-lineal/>
- <https://www.snp.org.pe/harina-de-pescado/>
- http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/recursos_pesquerias/adj_pelagi_adj_pelagi_anch_mar07.pdf
- <http://frcsystems.com/pwl-daf-systems/?lang=es>
- http://www.academia.edu/18051201/MODELOS_DE_OPTIMIZACION_DE_RECURSOS_2a_oport
- https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=1ycDGW3ph1UC&oi=fnd&pg=PA2&dq=metodolog%C3%ADa+de+investigacion+mu%C3%B1oz&ots=8fGqB0fXQX&sig=ccDRpdwG8FJ_TPmmONkpaYFZ5w#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa%20de%20investigacion%20mu%C3%B1oz&f=false
- <http://www.iffco.net/es>
- <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05419BA/html>
- <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01503BM/html/1949-1/2018-1/>

ANEXOS.

Anexo 1: Evaluación Lean Manufacturing

Funcionario # 1

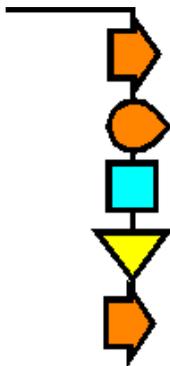


Evaluación Lean en la Planta de Separación de Grasas de la Empresa CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO.	
--	--

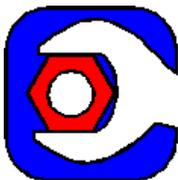
1.0	Inventarios	Respuesta	X
1.1	Para los inventarios de Producto Terminado, Producto en Proceso y Materia Prima, ¿Qué porcentaje de Gerentes y Mandos Medios pueden decir de memoria la Rotación actual	0%-6%	x
		7%-55%	
		56%-80%	
		81%-93%	
		94%-100%	
1.2	¿Cuál es la Rotación total de inventarios, incluyendo Producto Terminado, Producto en Proceso y Materia prima?	0-3	
		4-6	
		7-12	
		13-24	x
		25+	
1.3	¿Cuál es la Rotación total de inventarios del promedio de la industria?	<=1.0	
		1.1-2.0	
		2.1-4.0	
		4.1-8.0	x
		8.1+	



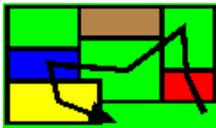
2.0	Trabajo en Equipo	Respuesta	X
2.1	¿Cuál es su tipo de organización?	Autocrática	
		Burocrática	
		Consultiva	
		Participativa	x
		Altamente Participativa	
2.2	¿Cómo se les paga a los operarios en la fábrica?	Incentivo Individual	
		Pago por hora	x
		Incentivo Grupal	
		Salario	
2.3	¿Hasta qué punto tiene el personal seguridad en el trabajo?	Salario + Bono Anual	
		Recortes Anuales	
		Recortes	x
2.4	¿Cuál es la Rotación anual del personal?	Recortes eventuales	
		31%+	
		14%-30%	
		7%-11%	x
		3%-6%	
2.5	¿Qué porcentaje del personal (TODO el personal) ha recibido al menos ocho horas de capacitación de trabajo en equipo?	0%-2%	
		<5%	
		6%-10%	
		11%-30%	
		31%-90%	x
2.6	¿Qué porcentaje del personal son miembros activos de equipos de trabajo formales, Círculos de Calidad o Equipos para solución de problemas?	91%-100%	
		<5%	
		6%-10%	x
		11%-30%	
		31%-90%	
		91%-100%	



3.0	Procesos	Respuesta	
3.1	¿Cuántas máquinas de gran escala o áreas de un proceso único hay en la planta a través de las cuales deben pasar 50 % ó más de los diferentes productos?	4+	x
		3	
		2	
		1	
		0	
3.2	¿Cómo calificaría la tendencia general de la selección de los procesos de la planta con respecto a la escala?	Gran Escala	x
		Media/Mezclada	
		Pequeña Escala	
3.3	¿Qué tan fácil es cambiar el producto cuando cambia la mezcla?	Muy Difícil	
		Moderadamente Difícil	x
		Fácil	
3.4	¿Qué tan fácil es modificar el ritmo de producción en +/-15%?	Muy Difícil	
		Moderadamente Difícil	x
		Fácil	
3.5	¿Cuál es la meta de la capacidad operativa para departamentos o máquinas?	96%-100%	
		91%-95%	x
		86%-90%	
		76%-85%	
		50%-75%	
3.6	¿Cómo calificaría la tendencia general de la selección de los procesos de la planta con respecto al nivel tecnológico?	Tecnologías Complejas	
		Moderada/Mezclada	x
		Tecnologías Simples	



4.0	Mantenimiento	Respuesta	
4.1	Describa los datos y registros del equipo. Incluya registros de Disponibilidad, historial de reparaciones, partes de repuesto. Incluya manuales de reparaciones y partes.	No-Existentes	
		Substancialmente Completos	
		Completos y Exactos	x
4.2	Excluyendo nuevas instalaciones y proyectos, ¿qué porcentaje de horas de mantenimiento son no planeados, imprevistos o emergencias?	71%-70%	
		51%-70%	
		26%-50%	
		11%-25%	x
		0%-10%	
4.3	¿Hay programas de Mantenimiento Preventivo y éstos se cumplen?	No hay MP	
		1%-10% Cobertura	
		11%-30% Cobertura	
		31%-90% Cobertura	x
4.4	Los paros del equipo, ¿limitan o interrumpen la producción?	91%+ Cobertura	
		Rara vez	
		Ocasionalmente	
		Frecuentemente	x
4.5	¿Cuál es la Disponibilidad general promedio del equipo de la planta?	Desconocida	
		0%-75%	
		76%-90%	
		91%-95%	x
		96%-100%	



5.0	Layout y Manejo Materiales	Respuesta	
5.1	¿Qué porcentaje del espacio total se usa para almacenamiento y manejo de materiales?	71%-100%	x
		46%-70%	
		30%-45%	
		16%-30%	
		0%-15%	
5.2	¿Qué porcentaje de la planta está organizada por función o tipo de proceso?	71%-100%	x
		46%-70%	
		30%-45%	
		16%-30%	
		0%-15%	
5.3	¿Cómo describiría el manejo de materiales?	Cargas tamaño tarima (o mayor), grandes distancias (>30m), patrones complejos de mayoría de cargas pequeñas, rutas establecidas y distancias intermedias	x
		Cargas muy pequeñas, distancias cortas (<8 m), patrones de flujo simples y directos	
5.4	¿Cómo calificaría el orden y limpieza general de la planta?	revuelta, sucia, conusa	
		Algo sucia, revuelta ocas	x
		Limpia, esmerada y ordenada	
5.5	¿Qué tan bien, un extraño caminando por la planta, identificaría los procesos y su secuencia?	Imposible ver alguna secuencia lógica o de flujo	
		La mayoría de los procesos son visibles con algún estudio	x
		Los procesos y su secuencia son visibles inmediatamente.	

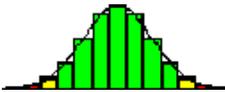


6.0	Proveedores	Respuesta	
6.1	¿Cuál es el número promedio de proveedores para cada materia prima o artículo comprado?	2.5+	x
		1.6-2.4	
		1.3-1.7	
		1.2-1.4	
		1.0-1.1	
6.2	En promedio, ¿qué tan frecuentemente, en meses, son colocados los artículos para reabastecimiento?	1-11	x
		12-17	
		18-23	
		24-36	
		36+	
6.3	¿Qué porcentaje de materia prima y partes viene de proveedores calificados, sin necesidad de inspección de recibo?	0%	
		1%-10%	
		11%-30%	
		31%-70%	x
		70%-100%	

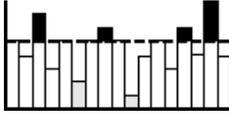
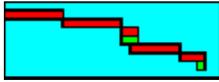
6.4	¿Qué porcentaje de materias primas o artículos comprados es entregado en el punto de uso, sin inspección de recibo o almacenamiento?	0%	
		1%-10%	
		11%-30%	x
		31%-70%	
6.5	¿Qué porcentaje de materias primas o artículos comprados es entregado más de una vez por semana?	70%-100%	
		0%	
		1%-10%	
		11%-30%	
		31%-70%	
		70%-100%	x



7.0	Cambio de modelo	Respuesta	
7.1	¿Cuál es el tiempo promedio en minutos para cambio de modelo en los equipos importantes?	61+	
		29-60	x
		16-30	
		10-15	
		0-9	
7.2	¿Qué porcentaje de los operadores de equipo han sido capacitados formalmente en técnicas de SMED?	0%	
		1%-6%	
		7%-18%	
		19%-42%	x
		43%-100%	
7.3	¿Hasta qué punto son monitoreados los gerentes y operarios en el desempeño de cambio de modelo?	Ninguno	
		Revisión y monitoreo informal	
		Cambios de modelo monitoreados.	x
		Desempeño en la	



8.0	Calidad	Respuesta	
8.1	¿Qué porcentaje de los empleados totales tiene capacitación básica en Control Estadístico del Proceso (CEP)?	0%-6%	
		7%-55%	x
		56%-80%	
		81%-93%	
		94%-100%	
8.2	¿Qué porcentaje de las operaciones están controladas por Control Estadístico del Proceso (CEP)?	0%	
		1%-10%	
		11%-30%	
		31%-70%	x
		71%-100%	
8.3	¿Qué porcentaje del Control Estadístico de Procesos que se realiza es desarrollado por los operarios vs. especialistas de Ingeniería de Calidad?	0%	
		1%-10%	
		11%-30%	
		31%-70%	x
		71%-100%	
8.4	¿Cuál es el porcentaje total de defectos?	0%	
		1%-10%	
		11%-30%	x
		31%-70%	
		71%-100%	



9.0	Programación/Control	Respuesta	
9.1	¿Qué porcentaje del Producto en Proceso fluye directamente de una operación a la siguiente sin almacenamiento intermedio?	0%	
		1%-10%	
		11%-35%	
		36%-85%	
		86%-100%	x
9.2	¿Qué porcentaje del Producto en Proceso está bajo control de Kanban u otro?	0%	
		1%-10%	x
		11%-35%	
		36%-85%	
		86%-100%	
9.3	¿Cuál es el desempeño de Entregas a Tiempo?	0%-50%	
		51%-70%	
		71%-80%	
		81%-95%	x
		95%-100%	



10.0	Ventas	Respuesta	
10.1	¿Cuál es el nivel de satisfacción del cliente de los productos entregados?	0% - 40%	
		40% - 60%	
		60% - 80%	
		80% - 95%	x
		95% - 100%	
10.2	¿Cuántos clientes nuevos tenemos al trimestre?	0	
		1-2	
		2-4	x
		4-6	
		más de 6	
10.3	¿Cuál es el nivel de crecimiento de facturación con respecto al año pasado?	menor del 0%	
		0%	
		0% - 5%	
		6%-9%	x
		más del 10%	

Figura 17: Encuesta de evaluación Lean Manufacturing tomada a funcionario 1.

La presente encuesta se le fue entregada a 5 personas entre operadores y jefes, su posterior llenado fue en forma anónima con el fin de obtener datos confiables en valor de la verdad, evaluando de forma integral el proceso de separación de grasas los puntos de: Inventarios, trabajo en equipo, procesos, mantenimiento, layout y manejo de materiales, proveedores, cambio de modelo, calidad, programación/control, ventas.

La tabla 8, indica el resumen del llenada de manera anónima por 5 personas, donde se asignó un intervalo de valor por preguntas (Promedio sección), se puede identificar el valor actual porcentual (Sección %) y el valor Target (Meta de sección), en representación integral de la organización del 100% (Factor impacto estratégico).

Tabla 8: *Tabla resumen de evaluación Lean Manufacturing.*

Preguntas en Sección	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Persona 5	Puntos Sección	Promedio Sección	Sección %	Factor Impacto Estratégico	Meta Sección
1.0 Inventarios										
1.1	1	2	2	1	1	6	2.00	50%	8.0%	40.0%
1.2	4	5	4	4	5					
1.3	4	5	5	5	4					
2.0 Trabajo en equipo										
2.1	4	5	5	5	5	12	2.00	50%	15.0%	75.0%
2.2	2	2	2	2	2					
2.3	2	2	2	2	2					
2.4	3	2	3	2	2					
2.5	4	4	4	5	5					
2.6	2	2	2	3	2					
3.0 Procesos										
3.1	1	1	1	1	1	7	1.17	29%	12.0%	60.0%
3.2	1	1	1	1	1					
3.3	2	2	2	2	2					
3.4	2	2	2	2	2					
3.5	2	1	2	1	1					
3.6	2	1	1	1	1					
4.0 Mantenimiento										
4.1	3	3	3	3	3	17	3.40	85%	8.0%	40.0%
4.2	4	3	4	4	4					
4.3	4	4	4	4	4					
4.4	3	1	2	2	1					
4.5	4	3	3	4	3					

5.0 Layout y Manejo												25.0%
Materiales												
5.1	1	1	2	1	1							
82	1	2	1	1	1	6	1.20	30%	5.0%			
	2	2	1	1	2							
	2	2	1	1	1							
5.5	2	2	1	2	1							
6.0 Proveedores												
6.1	1	1	1	1	1							
6.2	1	2	2	1	1	9	1.80	45%	6.0%	30.0%		
6.3	4	3	4	3	3							
6.4	3	3	3	3	3							
6.5	5	4	4	5	5							
7.0 Cambio de modelo												
7.1	2	2	2	2	3	8	2.67	67%	7.0%	35.0%		
7.2	4	4	4	3	4							
7.3	3	3	3	3	3							
8.0 Calidad												
8.1	2	1	1	2	1							
8.2	4	4	4	4	4	9	2.25	56%	20.0%	100.0%		
8.3	4	4	4	4	4							
8.4	3	3	3	4	4							
9.0 Programación y control												
9.1	5	5	4	4	3	8	2.67	67%	13.0%	65.0%		
9.2	2	2	1	2	2							
9.3	4	5	4	4	5							
10.0 Ventas												
10.1	4	4	4	4	4	8	2.67	67%	6.0%	30.0%		
10.2	3	3	3	4	3							
10.3	4	4	3	3	4							
SUMA:											100%	

Fuente: Tomado de encuesta Lean Manufacturing.

Anexo 2: Árbol de toma de decisiones planta de tratamiento del PAMA.

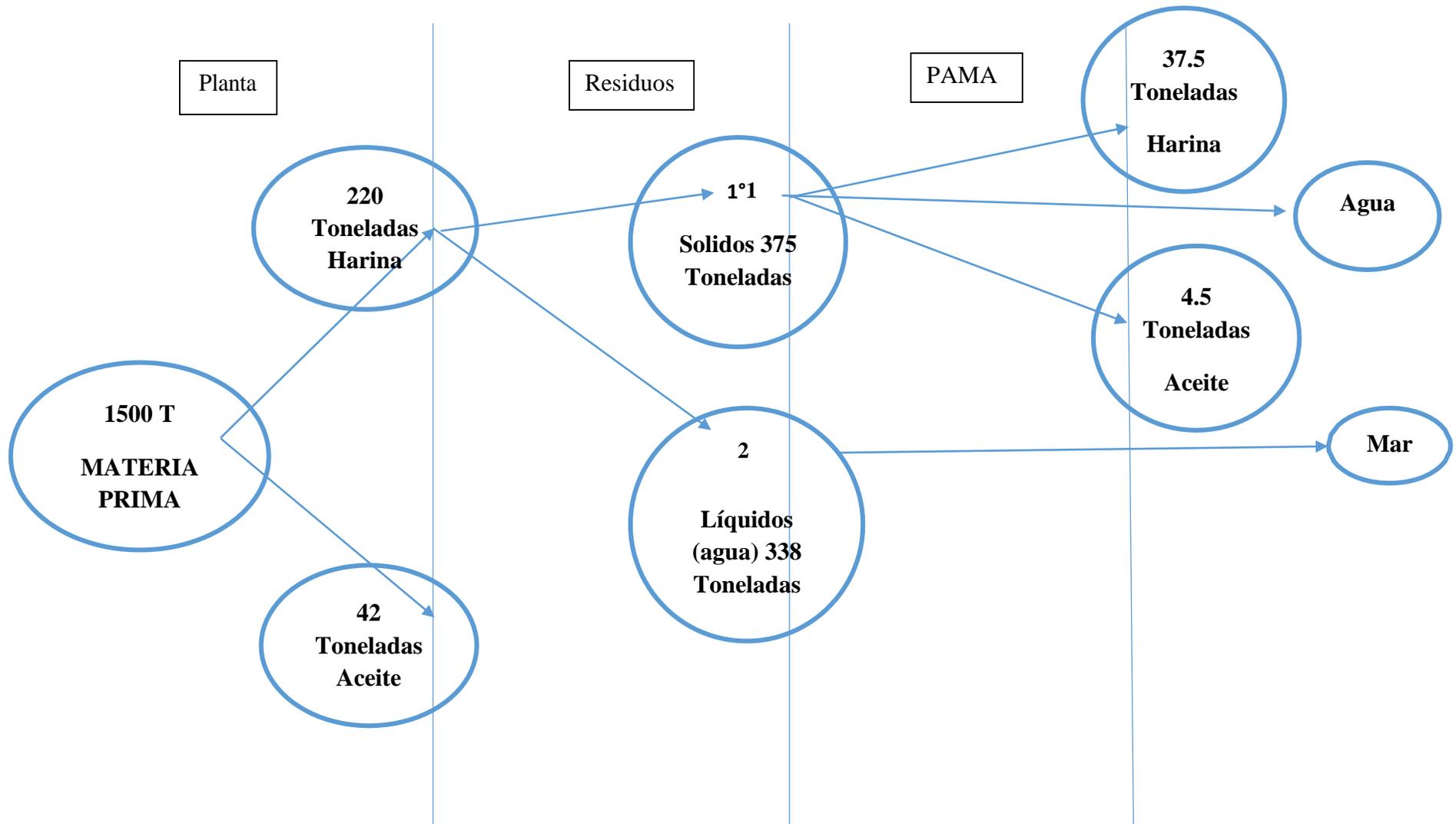


Figura 18: Tratamiento de separación de grasas y recuperación de sólidos

Anexo 3: Metodología para calcular IPC.

Tabla 9: *Definición de Intervalos*

Intervalo		Rango
Desde	Hasta	
0%	55%	Critico
56%	80%	Estable
81%	90%	Diferenciador
91%	100%	Ventaja Competitiva

Fuente: Tomado de modelo de IPC. Elaboración propia.

Tabla 10: *Definición de factores relevantes*

Factores Relevantes
1. Parámetros de operación
2. Personal entrenado
3. Disponibilidad de recursos
4. Procesos de control
5. Rendimiento operacional

Fuente: Tomado de modelo de IPC. Elaboración propia.

Tabla 11: *Importancia que el funcionario asigna a cada factor relevante.*

Clientes externos	internos	FR –	1.	2.	3.	4.	5.
			Parámetros de operación	Personal entrenado	Disponibilidad de recursos	Procesos de control	Rendimiento operacional
Funcionario 1			3	4	3	3	3
Funcionario 2			4	4	5	3	5
Funcionario 3			3	4	3	3	3
Funcionario 4			5	5	5	4	4
Funcionario 5			5	5	5	4	4

Fuente: Tomado de los resultados de la encuesta a los entrevistados elaboración

Tabla 12: *Evaluación de cada funcionario para el cumplimiento de los factores relevantes*

Clientes externos	internos	FR –	1.	2.	3.	4.	5.
			Parámetros de operación	Personal entrenado	Disponibilidad de recursos	Procesos de control	Rendimiento operacional
Funcionario 1			5	5	3	3	4
Funcionario 2			3	3	3	4	5
Funcionario 3			5	5	3	4	3
Funcionario 4			4	5	4	4	5
Funcionario 5			4	5	4	4	4

Fuente: Tomado de los resultados de la encuesta a los entrevistados elaboración.

Anexo 4: Desarrollo del análisis de sensibilidad.

Sensibilización en función al precio de venta de harina de pescado.

Reducción del precio de venta de \$ 1 576 a \$ 1 047 dólares.

Se busca desarrollar la función objetivo: Max Z.

$$\text{Max Z: } (1\ 047 X_1 + 3\ 072 X_2) - [(390 X_1 + 330 X_2) + 64 X_1 + 64 X_2]$$

$$\text{Max Z: } (1\ 047 X_1 - 390 X_1 - 64 X_1) + (3\ 072 X_2 - 330 X_2 - 64 X_2)$$

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max Z} = 593 X_1 + 2\ 678 X_2$$

Tabla 13: Sensibilización precio de venta mínimo de la harina de pescado.

<i>Función Objetivo:</i>				
Max Z =	593	X ₁	+ 2 678	X ₂
<i>Sujeto a:</i>				
Restricción de Trommel	11	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 16
Restricción de trampa de grasa	0	X ₁	+ 10	X ₂ ≤ 15
Restricción de DAF 1	0	X ₁	+ 9	X ₂ ≤ 13
Restricción de DAF 2	0	X ₁	+ 8	X ₂ ≤ 11
Restricción de celda química	7	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 10
Restricción de separadora ambiental	6	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 9
Restricción de PAMA harina	1	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 37.5
Restricción de PAMA aceite	0	X ₁	+ 1	X ₂ ≤ 4.5
		X ₁ ,		X ₂ ≥ 0

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

La tabla 13, muestra el nuevo modelo matemático en función del análisis de sensibilidad reduciendo al valor mínimo el precio de venta que previamente fue desarrollado en la ecuación 3, entonces como solución óptima tenemos que la máxima utilidad que reporta la planta de recuperación es de: \$ 4 527,96 dólares. Donde los valores producción son: 1,42 T de harina y 1,37 T de aceite para asegurar máxima utilidad.

Aumento del precio de venta de \$ 1 576 a \$ 1 596 dólares.

Se busca desarrollar la función objetivo: Max Z.

$$\text{Max Z: } (1\,596 X_1 + 3\,072 X_2) - [(390 X_1 + 330 X_2) + 64 X_1 + 64 X_2]$$

$$\text{Max Z: } (1\,596 X_1 - 390 X_1 - 64 X_1) + (3\,072 X_2 - 330 X_2 - 64 X_2)$$

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max Z} = 1\,134 X_1 + 2\,678 X_2$$

Tabla 14: Sensibilización precio de venta máximo de la harina de pescado.

<i>Función Objetivo:</i>				
Max Z =	1 134	X ₁	+ 2 678	X ₂
<i>Sujeto a:</i>				
Restricción de Trommel	11	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 16
Restricción de trampa de grasa	0	X ₁	+ 10	X ₂ ≤ 15
Restricción de DAF 1	0	X ₁	+ 9	X ₂ ≤ 13
Restricción de DAF 2	0	X ₁	+ 8	X ₂ ≤ 11
Restricción de celda química	7	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 10
Restricción de separadora ambiental	6	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 9
Restricción de PAMA harina	1	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 37.5
Restricción de PAMA aceite	0	X ₁	+ 1	X ₂ ≤ 4.5
		X ₁ ,		X ₂ ≥ 0

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

La tabla 14, muestra el nuevo modelo matemático en función del análisis de sensibilidad aumentando al valor máximo el precio de venta que previamente fue desarrollado en la ecuación 4, entonces como solución óptima tenemos que la máxima utilidad que reporta la planta de recuperación es de: \$ 5 302,25 dólares. Donde los valores producción son: 1 T de harina y 1,25 T de aceite para asegurar máxima utilidad.

Sensibilización en función al precio de venta de aceite de pescado.

Reducción del precio de venta de \$ 3 072 a \$ 3 022 dólares.

Se busca desarrollar la función objetivo: Max Z.

$$\text{Max Z: } (1\,576 X_1 + 3\,022 X_2) - [(398 X_1 + 330 X_2) + 64 X_1 + 64 X_2]$$

$$\text{Max Z: } (1\,576 X_1 - 398 X_1 - 64 X_1) + (3\,022 X_2 - 330 X_2 - 64 X_2)$$

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max Z} = 1\,114 X_1 + 2\,698 X_2$$

Tabla 15: Sensibilización precio de venta mínimo del aceite de pescado.

<i>Función Objetivo:</i>				
Max Z =	1 114	X ₁	+ 2 698	X ₂
<i>Sujeto a:</i>				
Restricción de Trommel	11	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 16
Restricción de trampa de grasa	0	X ₁	+ 10	X ₂ ≤ 15
Restricción de DAF 1	0	X ₁	+ 9	X ₂ ≤ 13
Restricción de DAF 2	0	X ₁	+ 8	X ₂ ≤ 11
Restricción de celda química	7	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 10
Restricción de separadora ambiental	6	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 9
Restricción de PAMA harina	1	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 37.5
Restricción de PAMA aceite	0	X ₁	+ 1	X ₂ ≤ 4.5
		X ₁ ,		X ₂ ≥ 0

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

La tabla 15, muestra el nuevo modelo matemático en función del análisis de sensibilidad reduciendo al valor mínimo el precio de venta que previamente fue desarrollado en la ecuación 5, entonces como solución óptima tenemos que la máxima utilidad que reporta la planta de recuperación es de: \$ 5 301,17 dólares. Donde los valores producción son: 1 T de harina y 1,25 T de aceite para asegurar máxima utilidad.

Aumento del precio de venta de \$ 3 072 a \$ 3 092 dólares.

Se busca desarrollar la función objetivo: Max Z.

$$\text{Max Z: } (1\ 576 X_1 + 3\ 092 X_2) - [(398 X_1 + 330 X_2) + 64 X_1 + 64 X_2]$$

$$\text{Max Z: } (1\ 576 X_1 - 398 X_1 - 64 X_1) + (3\ 092 X_2 - 330 X_2 - 64 X_2)$$

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max Z} = 1\ 114 X_1 + 2\ 698 X_2$$

Tabla 16: *Sensibilización precio de venta máximo del aceite de pescado.*

<i>Función Objetivo:</i>				
Max Z =	1 114	X ₁	+ 2 698	X ₂
<i>Sujeto a:</i>				
Restricción de Trommel	11	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 16
Restricción de trampa de grasa	0	X ₁	+ 10	X ₂ ≤ 15
Restricción de DAF 1	0	X ₁	+ 9	X ₂ ≤ 13
Restricción de DAF 2	0	X ₁	+ 8	X ₂ ≤ 11
Restricción de celda química	7	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 10
Restricción de separadora ambiental	6	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 9
Restricción de PAMA harina	1	X ₁	+ 0	X ₂ ≤ 37.5
Restricción de PAMA aceite	0	X ₁	+ 1	X ₂ ≤ 4.5
		X ₁ ,		X ₂ ≥ 0

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

La tabla 16, muestra el nuevo modelo matemático en función del análisis de sensibilidad aumentando al valor máximo el precio de venta que previamente fue desarrollado en la ecuación 6, entonces como solución óptima tenemos que la máxima utilidad que reporta la planta de recuperación es de: \$ 5 301,17 dólares. Donde los valores producción son: 1 T de harina y 1,25 T de aceite para asegurar máxima utilidad.

Sensibilización en función a la reducción del costo de la harina de pescado.

Reducción del costo de la harina de pescado de \$ 398 a \$ 390 dólares.

Se busca desarrollar la función objetivo: Max Z.

$$\text{Max Z: } (1\,576 X_1 + 3\,072 X_2) - [(390 X_1 + 330 X_2) + 64 X_1 + 64 X_2]$$

$$\text{Max Z: } (1\,576 X_1 - 390 X_1 - 64 X_1) + (3\,072 X_2 - 330 X_2 - 64 X_2)$$

Se determinó la siguiente ecuación como función objetivo:

$$\text{Max Z} = 1\,122 X_1 + 2\,678 X_2$$

Tabla 17: Sensibilización a la reducción del costo de la harina de pescado.

<i>Función Objetivo:</i>				
Max Z =	1 122	X ₁	+	2 678 X ₂
<i>Sujeto a:</i>				
Restricción de Trommel	11	X ₁	+	0 X ₂ ≤ 16
Restricción de trampa de grasa	0	X ₁	+	10 X ₂ ≤ 15
Restricción de DAF 1	0	X ₁	+	9 X ₂ ≤ 13
Restricción de DAF 2	0	X ₁	+	8 X ₂ ≤ 11
Restricción de celda química	7	X ₁	+	0 X ₂ ≤ 10
Restricción de separadora ambiental	6	X ₁	+	0 X ₂ ≤ 9
Restricción de PAMA harina	1	X ₁	+	0 X ₂ ≤ 37.5
Restricción de PAMA aceite	0	X ₁	+	1 X ₂ ≤ 4.5
		X ₁ ,		X ₂ ≥ 0

Fuente: Tomado de software WinQSB 2.0

La tabla 17, muestra el nuevo modelo matemático en función del análisis de sensibilidad reduciendo al valor mínimo el precio de venta que previamente fue desarrollado en la ecuación 7, entonces como solución óptima tenemos que la máxima utilidad que reporta la planta de recuperación es de: \$ 5 285,10 dólares. Donde los valores producción son: 1 T de harina y 1,25 T de aceite para asegurar máxima utilidad.

Anexo 5: Valores críticos para la correlación de Pearson.

n	0,10	0,05	0,01
3	0,988	0,997	1,000
4	0,900	0,950	0,990
5	0,805	0,878	0,959
6	0,729	0,811	0,917
7	0,669	0,754	0,874
8	0,622	0,707	0,834
9	0,582	0,666	0,798
10	0,549	0,632	0,765
11	0,521	0,602	0,735
12	0,497	0,576	0,708
13	0,476	0,553	0,684
14	0,458	0,532	0,661
15	0,441	0,514	0,641
16	0,426	0,497	0,623
17	0,412	0,482	0,606
18	0,400	0,468	0,590
19	0,389	0,456	0,575
20	0,378	0,444	0,561
21	0,369	0,433	0,549
22	0,360	0,423	0,537
23	0,352	0,413	0,526
24	0,344	0,404	0,515
25	0,337	0,396	0,505
26	0,330	0,388	0,496
27	0,323	0,381	0,487
28	0,317	0,374	0,479
29	0,317	0,374	0,479
30	0,306	0,361	0,463
35	0,282	0,333	0,428
40	0,264	0,312	0,402
45	0,248	0,296	0,381
50	0,235	0,276	0,361
60	0,214	0,254	0,330
70	0,198	0,235	0,305
80	0,185	0,220	0,286
90	0,174	0,208	0,270
100	0,165	0,196	0,256

Figura 19: Valores críticos de correlación de Pearson

Anexo 6: Eficiencias de celdas DAFS.

Para medir la eficiencia general del proceso se consideraron los resultados de las muestras realizadas por el analista de calidad, donde hizo uso del llenado del formato determinación de porcentaje de grasa HD.TEC.FR.059 (Ver figura 14), en donde se midió el ingreso y la salida del agua de bombeo en el sistema de celdas del proceso de separación de grasas. Para posteriormente ser consolidados en el formato de Balance de PAMA 2018 – I, (Ver figura 15). Guardando todos estos datos históricos en el sistema SAP de Corporación Hayduk. Tal cual están registrados el día 07/06/2018 (Ver anexo 1, figura 13).

Se utilizaron las siguientes fórmulas para determinar: El porcentaje de grasas, el porcentaje de eficiencia.

$$\%Grasa = \frac{W_{balon\ final} - W_{balon\ vacio}}{W_{muestra}} \times 100\% \quad (11)$$

$$\%Eficiencia = \left(\frac{Muestra\ i - Muestra\ f}{Muestra\ i} \right) \times 100\% \quad (12)$$

Tabla 18: Registro de análisis en la determinación de las eficiencias de celdas.

Ítem	Fecha	Hora	Celda DAF 1 tipo Krofta						Celda DAF 2 tipo Denver						Total Eficiencias
			Ingreso (%)	Salida (%)	Separada (%)	Eficiencia	Aire (SCFH)	Nivel (%h)	Ingreso (%)	Salida (%)	Separada (%)	Eficiencia	Aire (SCFH)	Nivel (%h)	
1	7.06.18	08:00	0,17	0,10	0,07	39,39%	300	94,5	0,10	0,06	0,04	40,00%	300	73,5	63,64%
2	7.06.18	09:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	350	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	350	73,4	68,75%
3	7.06.18	10:00	0,15	0,08	0,07	44,00%	350	94,3	0,08	0,04	0,04	52,38%	350	73,3	73,33%
4	7.06.18	11:00	0,14	0,09	0,05	35,71%	300	94,3	0,09	0,06	0,03	33,33%	300	73,3	57,14%
5	7.06.18	12:00	0,12	0,08	0,03	29,57%	330	94,3	0,08	0,06	0,02	25,93%	330	73,3	47,83%
6	7.06.18	13:00	0,11	0,07	0,04	33,96%	340	94,3	0,07	0,05	0,02	28,57%	340	73,3	52,83%
7	7.06.18	14:00	0,13	0,07	0,06	46,15%	340	94,5	0,07	0,04	0,03	42,86%	340	73,5	69,23%
8	7.06.18	15:00	0,12	0,07	0,05	41,67%	350	94,5	0,07	0,04	0,03	42,86%	350	73,5	66,67%
9	7.06.18	16:00	0,15	0,08	0,07	44,83%	300	94,5	0,08	0,05	0,04	43,75%	300	73,5	68,97%
10	7.06.18	17:00	0,17	0,08	0,09	52,35%	310	94,5	0,08	0,04	0,04	50,62%	310	73,5	76,47%
11	7.06.18	18:00	0,16	0,08	0,08	48,75%	320	94,4	0,08	0,04	0,04	51,22%	320	73,4	75,00%
12	7.06.18	19:00	0,17	0,07	0,10	56,47%	320	94,3	0,07	0,04	0,04	52,70%	320	73,3	79,41%
13	6.06.18	08:00	0,17	0,10	0,07	41,18%	320	94,5	0,10	0,06	0,04	40,00%	320	73,5	64,71%
14	6.06.18	09:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	330	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	330	73,4	68,75%
15	6.06.18	10:00	0,15	0,08	0,07	46,67%	330	94,3	0,08	0,04	0,04	50,00%	330	73,3	73,33%
16	6.06.18	11:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	380	94,3	0,09	0,05	0,04	44,44%	380	73,3	68,75%
17	6.06.18	12:00	0,17	0,10	0,07	41,18%	350	94,3	0,10	0,06	0,04	40,00%	350	73,3	64,71%
18	6.06.18	13:00	0,18	0,09	0,09	50,00%	350	94,3	0,09	0,05	0,05	50,00%	350	73,3	75,00%
19	6.06.18	14:00	0,17	0,10	0,07	41,18%	350	94,3	0,10	0,06	0,04	40,00%	350	73,3	64,71%
20	6.06.18	15:00	0,16	0,10	0,06	37,50%	340	94,4	0,10	0,06	0,04	40,00%	340	73,4	62,50%
21	6.06.18	16:00	0,15	0,08	0,07	46,67%	350	94,5	0,08	0,04	0,04	50,00%	350	73,5	73,33%
22	6.06.18	17:00	0,15	0,09	0,06	40,00%	340	94,5	0,09	0,05	0,04	44,44%	340	73,5	66,67%
23	6.06.18	18:00	0,18	0,11	0,07	38,89%	320	94,4	0,11	0,07	0,04	36,36%	320	73,4	61,11%

24	6.06.18	19:00	0,17	0,10	0,07	41,18%	320	94,3	0,10	0,06	0,04	40,00%	320	73,3	64.71%
25	5.06.18	08:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	330	94,5	0,09	0,05	0,04	44,44%	330	73,5	68.75%
26	5.06.18	09:00	0,15	0,08	0,07	46,67%	330	94,4	0,08	0,04	0,04	50,00%	330	73,4	73.33%
27	5.06.18	10:00	0,14	0,07	0,07	50,00%	340	94,3	0,07	0,03	0,04	57,14%	340	73,3	78.57%
28	5.06.18	11:00	0,15	0,08	0,07	46,67%	340	94,3	0,08	0,04	0,04	50,00%	340	73,3	73.33%
29	5.06.18	12:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	340	94,4	0,09	0,04	0,05	55,56%	340	73,4	75.00%
30	5.06.18	13:00	0,18	0,09	0,09	50,00%	350	94,3	0,09	0,05	0,04	44,44%	350	73,3	72.22%
31	5.06.18	14:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	350	94,4	0,10	0,05	0,05	50,00%	350	73,4	73.68%
32	5.06.18	15:00	0,18	0,09	0,09	50,00%	350	94,5	0,09	0,04	0,05	55,56%	350	73,5	77.78%
33	5.06.18	16:00	0,15	0,07	0,08	53,33%	350	94,5	0,07	0,03	0,04	57,14%	350	73,5	80.00%
34	5.06.18	17:00	0,16	0,07	0,09	56,25%	350	94,5	0,07	0,03	0,04	57,14%	350	73,5	81.25%
35	5.06.18	18:00	0,19	0,09	0,10	52,63%	350	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	350	73,4	73.68%
36	5.06.18	19:00	0,18	0,10	0,08	44,44%	320	94,3	0,10	0,06	0,04	40,00%	320	73,3	66.67%
37	4.06.18	08:00	0,19	0,09	0,10	52,63%	320	94,4	0,09	0,04	0,05	55,56%	320	73,4	78.95%
38	4.06.18	09:00	0,18	0,08	0,10	55,56%	320	94,4	0,08	0,04	0,04	50,00%	320	73,4	77.78%
39	4.06.18	10:00	0,15	0,09	0,06	40,00%	330	94,5	0,09	0,05	0,04	44,44%	330	73,5	66.67%
40	4.06.18	11:00	0,17	0,08	0,09	52,94%	330	94,5	0,08	0,04	0,04	50,00%	330	73,5	76.47%
41	4.06.18	12:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	340	94,5	0,10	0,05	0,05	50,00%	340	73,5	73.68%
42	4.06.18	13:00	0,15	0,07	0,08	53,33%	350	94,4	0,07	0,03	0,04	57,14%	350	73,4	80.00%
43	4.06.18	14:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	340	94,5	0,10	0,05	0,05	50,00%	340	73,5	73.68%
44	4.06.18	15:00	0,18	0,11	0,07	38,89%	340	94,5	0,11	0,07	0,04	36,36%	340	73,5	61.11%
45	4.06.18	16:00	0,15	0,09	0,06	40,00%	330	94,5	0,09	0,07	0,02	22,22%	330	73,5	53.33%
46	4.06.18	17:00	0,15	0,09	0,06	40,00%	330	94,5	0,09	0,05	0,04	44,44%	330	73,5	66.67%
47	4.06.18	18:00	0,15	0,09	0,06	40,00%	330	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	330	73,4	66.67%
48	4.06.18	19:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	330	94,3	0,10	0,05	0,05	50,00%	330	73,3	73.68%
49	3.06.18	08:00	0,18	0,11	0,07	38,89%	330	94,5	0,11	0,07	0,04	36,36%	330	73,5	61.11%
50	3.06.18	09:00	0,15	0,08	0,07	46,67%	350	94,4	0,08	0,04	0,04	50,00%	350	73,4	73.33%
51	3.06.18	10:00	0,15	0,07	0,08	53,33%	340	94,3	0,07	0,03	0,04	57,14%	340	73,3	80.00%

52	3.06.18	11:00	0,16	0,08	0,08	50,00%	340	94,4	0,08	0,04	0,04	50,00%	340	73,4	75,00%
53	3.06.18	12:00	0,12	0,08	0,04	33,33%	350	94,5	0,08	0,05	0,03	37,50%	350	73,5	58,33%
54	3.06.18	13:00	0,19	0,07	0,12	63,16%	350	94,4	0,07	0,02	0,05	71,43%	350	73,4	89,47%
55	3.06.18	14:00	0,18	0,08	0,10	55,56%	350	94,5	0,08	0,04	0,04	50,00%	350	73,5	77,78%
56	3.06.18	15:00	0,20	0,11	0,09	45,00%	340	94,5	0,11	0,06	0,05	45,45%	340	73,5	70,00%
57	3.06.18	16:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	340	94,5	0,10	0,06	0,04	40,00%	340	73,5	68,42%
58	3.06.18	17:00	0,18	0,11	0,07	38,89%	330	94,5	0,11	0,08	0,04	31,82%	330	73,5	58,33%
59	3.06.18	18:00	0,17	0,09	0,08	47,06%	320	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	320	73,4	70,59%
60	3.06.18	19:00	0,20	0,08	0,12	60,00%	320	94,3	0,08	0,03	0,05	62,50%	320	73,3	85,00%
61	2.06.18	08:00	0,19	0,09	0,10	52,63%	340	94,4	0,09	0,04	0,05	55,56%	340	73,4	78,95%
62	2.06.18	09:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	340	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	340	73,4	68,75%
63	2.06.18	10:00	0,16	0,09	0,07	43,75%	340	94,3	0,09	0,07	0,02	22,22%	340	73,3	56,25%
64	2.06.18	11:00	0,18	0,10	0,08	44,44%	350	94,4	0,10	0,06	0,04	40,00%	350	73,4	66,67%
65	2.06.18	12:00	0,19	0,11	0,08	42,11%	340	94,4	0,11	0,06	0,05	45,45%	340	73,4	68,42%
66	2.06.18	13:00	0,20	0,11	0,09	45,00%	350	94,3	0,11	0,06	0,05	45,45%	350	73,3	70,00%
67	2.06.18	14:00	0,21	0,10	0,11	52,38%	350	94,4	0,10	0,05	0,05	50,00%	350	73,4	76,19%
68	2.06.18	15:00	0,18	0,09	0,09	50,00%	350	94,5	0,09	0,04	0,05	55,56%	350	73,5	77,78%
69	2.06.18	16:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	350	94,5	0,10	0,06	0,04	40,00%	350	73,5	68,42%
70	2.06.18	17:00	0,17	0,08	0,09	52,94%	360	94,5	0,08	0,04	0,04	50,00%	360	73,5	76,47%
71	2.06.18	18:00	0,16	0,08	0,08	50,00%	300	94,4	0,08	0,04	0,04	50,00%	300	73,4	75,00%
72	2.06.18	19:00	0,16	0,08	0,08	50,00%	300	94,3	0,08	0,04	0,04	50,00%	300	73,3	75,00%
73	1.06.18	08:00	0,17	0,09	0,08	47,06%	300	94,4	0,09	0,05	0,04	44,44%	300	73,4	70,59%
74	1.06.18	09:00	0,19	0,11	0,08	42,11%	320	94,4	0,11	0,06	0,05	45,45%	320	73,4	68,42%
75	1.06.18	10:00	0,18	0,09	0,09	50,00%	340	94,5	0,09	0,04	0,05	55,56%	340	73,5	77,78%
76	1.06.18	11:00	0,19	0,08	0,11	57,89%	320	94,5	0,08	0,04	0,04	50,00%	320	73,5	78,95%
77	1.06.18	12:00	0,16	0,08	0,08	50,00%	330	94,5	0,08	0,04	0,04	50,00%	330	73,5	75,00%
78	1.06.18	13:00	0,19	0,08	0,11	57,89%	330	94,4	0,08	0,03	0,05	62,50%	330	73,4	84,21%
79	1.06.18	14:00	0,19	0,09	0,10	52,63%	340	94,5	0,09	0,06	0,03	33,33%	340	73,5	68,42%

80	1.06.18	15:00	0,20	0,09	0,11	55,00%	350	94,5	0,09	0,04	0,05	55,56%	350	73,5	80,00%
81	1.06.18	16:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	350	94,5	0,10	0,05	0,05	50,00%	350	73,5	73,68%
82	1.06.18	17:00	0,17	0,09	0,08	47,06%	340	94,5	0,09	0,05	0,04	44,44%	340	73,5	70,59%
83	1.06.18	18:00	0,18	0,11	0,07	38,89%	340	94,4	0,11	0,07	0,04	36,36%	340	73,4	61,11%
84	1.06.18	19:00	0,19	0,10	0,09	47,37%	340	94,3	0,10	0,06	0,04	40,00%	340	73,3	68,42%
	Promedio		0,17	0,09	0,08	47,30%			0,09	0,05	0,04	46,00%			71,55%

Fuente: Tomado formato recolección de datos y muestras. Elaboración propia Excel16.

Se determinó la eficiencia de los equipos en el proceso de separación de grasas en 56,02%. Considerando los registros comprendidos entre los días 01/06/2018 al 07/06/2018, esto refleja un déficit de 43,98% calculada en una escala valorativa de 0 a 100% de eficiencia este valor representa pérdidas en costos operacionales y productivas.

Costo de tratamiento de agua de bombeo: En la etapa química, se utilizan insumos químicos que al reaccionar con el agua de bombeo se produce un lodo en la celda DAF 3 tipo Deltafloat, para posteriormente pasar a la etapa de deshidratación en la separadora ambiental convirtiéndose en un sub producto llamado torta ambiental, agregado al proceso de harina obteniendo un mayor rendimiento. Tenemos los siguientes insumos de tipo floculante y coagulante.

Tabla 19: Costo de productos químicos.

Temporada 2018 – I		
Costo polímero	Moneda	Costo Kg
Polichem 8650/8750	\$	5,25
Polichem 8420	\$	4,82
Lipesa 1544	\$	2,90
Ferix 3	\$	0,525

Fuente: Tomado del área de compras y abastecimiento. Elaboración propia

Tabla 20: Control de consumo y costo de productos químicos.

Control de consumo de productos químicos y costo por TM de harina en el tratamiento de agua bombeo Corporación Hayduk Temporada 2018 – I													
Deltafloat						Separadora ambiental							
FECHA	A.B. tratada	Grasa	Lipesa 1544	Polichem 8420	Ferix 3	Costo x Tm/hna	Polichem 8750	Horas trabajadas	Torta recuperada	Torta Humedad	Aporte de harina por horas trabajadas	Costo x Tm/hna	Costo total x Tm/hna
	M3	%	Kg.	Kg.	Kg.	\$	Kg.	Hra.	TM/Hr.	%	TM	\$	\$
1 01.06.18	1 050	0,07	164	21	2483	188,66	108	12	3,53	78,01	9,97	56,89	245,55
2 02.06.18	1 020	0,07	169	27	3633	199,20	115	12	4,05	75,6	12,69	47,58	246,78
3 03.06.18	1 050	0,08	167	24	3844	229,11	110	12	3,73	76,14	11,43	50,54	279,64
4 04.06.18	1 050	0,08	167	24	3842	196,35	110	12	3,71	72,02	13,33	43,33	239,67
5 05.06.18	1 010	0,07	164	21	2483	154,86	108	12	3,53	73,21	12,14	46,70	201,55
6 06.06.18	1 040	0,08	166	23	2561	174,45	115	12	3,63	76,18	11,10	54,38	228,83
7 07.06.18	1 050	0,08	168	25	3851	246,85	114	12	3,96	79,05	10,65	56,18	303,03
PROM.	7 270		1165	165	22697	197,88	780	84,00	3,73	75,74	81,31	50,36	248,25

Fuente: Tomado formato llenado de operador etapa química. Elaboración propia.

En la tabla 4, se puede apreciar los costos directos en el proceso de tratamientos de lodos y su deshidratación, que son influenciados por la cantidad de salida de porcentaje de grasa, traduciéndose en costos elevados de floculantes y coagulantes obteniendo un costo promedio de 248,25 \$, al obtener un menor ingreso de porcentaje de grasa a la etapa química se lograra un menor consumo. Es por ello la importancia de encontrar las nuevas directrices de trabajo logrando optimizar la etapa física, comprendida en los equipos DAF.

Tabla 21: *Tabla de relación de costo-utilidad del proceso de separación de grasas, PAMA.*

Fecha	Pesca Recibida	Grasa Separada PAMA (Espuma)	Aceite de Centrifuga y separadora PAMA	Ratio%	Costo total x T de aceite	Precio de venta de aceite x T	Utilidad total de aceite de recuperación
07/04/2018	711.08	16.30	1.50	0.56 %	237.00	3,072.00	4,252.50
08/04/2018	1,115.44	42.48	4.03	0.49 %	237.00	3,072.00	11,425.05
09/04/2018	2,091.76	97.40	25.80	1.36 %	237.00	3,072.00	73,143.00
10/04/2018	2,453.68	123.30	30.38	1.31 %	237.00	3,072.00	86,127.30
11/04/2018	1,873.69	82.70	20.84	1.11 %	237.00	3,072.00	59,081.40
12/04/2018	1,541.12	103.60	32.00	1.29 %	237.00	3,072.00	90,720.00
13/04/2018	2,103.93	84.80	13.70	0.75 %	237.00	3,072.00	38,839.50
14/04/2018	2,771.48	105.30	10.00	0.43 %	237.00	3,072.00	28,350.00
15/04/2018	2,204.88	85.10	9.50	0.42 %	237.00	3,072.00	26,932.50
16/04/2018	1,731.69	80.10	7.50	0.38 %	237.00	3,072.00	21,262.50
17/04/2018	1,813.10	85.40	10.10	0.51 %	237.00	3,072.00	28,633.50
18/04/2018	1,835.15	94.20	8.90	0.52 %	237.00	3,072.00	25,231.50
19/04/2018	2,733.91	124.90	26.80	1.17 %	237.00	3,072.00	75,978.00
20/04/2018	816.79	92.50	17.54	0.98 %	237.00	3,072.00	49,725.90
21/04/2018	2,395.62	41.20	14.93	1.33 %	237.00	3,072.00	42,326.55
22/04/2018	782.16	80.60	28.30	1.42 %	237.00	3,072.00	80,230.50
23/04/2018	2,223.89	71.80	17.70	1.12 %	237.00	3,072.00	50,179.50
24/04/2018	311.10	46.30	10.90	1.07 %	237.00	3,072.00	30,901.50
25/04/2018	674.54	25.08	1.20	0.18 %	237.00	3,072.00	3,402.00
27/04/2018	2,247.28	48.30	9.40	0.95 %	237.00	3,072.00	26,649.00
28/04/2018	1,633.50	103.30	26.70	1.12 %	237.00	3,072.00	75,694.50
29/04/2018	2,553.93	99.90	22.20	1.00 %	237.00	3,072.00	62,937.00

30/04/2018	2,398.25	93.40	21.20	0.96 %	237.00	3,072.00	60,102.00
01/05/2018	1,354.74	70.70	23.31	1.41 %	237.00	3,072.00	66,083.85
02/05/2018	1,803.06	82.70	24.30	1.35 %	237.00	3,072.00	68,890.50
03/05/2018	965.21	46.40	4.10	0.38 %	237.00	3,072.00	11,623.50
04/05/2018	1,759.91	83.50	16.10	1.16 %	237.00	3,072.00	45,643.50
05/05/2018	1,881.23	100.90	29.00	1.37 %	237.00	3,072.00	82,215.00
06/05/2018	1,272.00	81.10	19.40	1.14 %	237.00	3,072.00	54,999.00
07/05/2018	2,422.62	103.40	15.30	0.75 %	237.00	3,072.00	43,375.50
08/05/2018	2,458.63	100.80	15.40	0.66 %	237.00	3,072.00	43,659.00
09/05/2018	2,226.86	89.20	17.80	0.81 %	237.00	3,072.00	50,463.00
10/05/2018	1,288.34	90.20	4.00	0.21 %	237.00	3,072.00	11,340.00
11/05/2018	2,828.78	95.31	9.50	0.38 %	237.00	3,072.00	26,932.50
12/05/2018	2,540.87	104.70	11.82	0.53 %	237.00	3,072.00	33,509.70
13/05/2018	2,398.27	135.81	3.50	0.14 %	237.00	3,072.00	9,922.50
14/05/2018	1,441.83	76.20	8.70	0.50 %	237.00	3,072.00	24,664.50
15/05/2018	2,570.47	107.01	12.90	0.55 %	237.00	3,072.00	36,571.50
16/05/2018	1,508.11	59.67	4.10	0.25 %	237.00	3,072.00	11,623.50
17/05/2018	1,670.77	119.10	64.00	2.80 %	237.00	3,072.00	181,440.00
20/05/2018	822.32	81.10	5.90	0.38 %	237.00	3,072.00	16,726.50
21/05/2018	1,956.75	83.80	4.40	0.33 %	237.00	3,072.00	12,474.00
22/05/2018	2,343.15	116.46	8.00	0.40 %	237.00	3,072.00	22,680.00
23/05/2018	1,759.21	113.60	3.70	0.19 %	237.00	3,072.00	10,489.50
24/05/2018	2,169.19	99.20	10.30	0.50 %	237.00	3,072.00	29,200.50
25/05/2018	1,914.37	109.10	9.00	0.45 %	237.00	3,072.00	25,515.00
26/05/2018	2,563.70	138.19	13.10	0.57 %	237.00	3,072.00	37,138.50
27/05/2018	1,982.49	143.90	12.70	0.57 %	237.00	3,072.00	36,004.50
28/05/2018	2,015.58	116.40	8.20	0.41 %	237.00	3,072.00	23,247.00
29/05/2018	1,092.40	76.30	5.10	0.35 %	237.00	3,072.00	14,458.50

30/05/2018	1,263.58	91.12	3.80	0.29 %	237.00	3,072.00	10,773.00
31/05/2018	2,101.67	118.90	10.60	0.55 %	237.00	3,072.00	30,051.00
01/06/2018	1,892.39	112.60	8.30	0.47 %	237.00	3,072.00	23,530.50
02/06/2018	1,627.44	92.00	8.00	0.47 %	237.00	3,072.00	22,680.00
03/06/2018	702.87	73.00	2.30	0.17 %	237.00	3,072.00	6,520.50
04/06/2018	1,421.89	52.50	0.36	0.04 %	237.00	3,072.00	1,020.60
05/06/2018	2,369.33	138.30	5.90	0.26 %	237.00	3,072.00	16,726.50
06/06/2018	1,901.32	97.80	2.30	0.13 %	237.00	3,072.00	6,520.50
07/06/2018	2,378.52	130.00	3.35	0.14 %	237.00	3,072.00	9,497.25
08/06/2018	1,501.15	103.90	4.10	0.20 %	237.00	3,072.00	11,623.50
09/06/2018	325.61	31.40	1.60	0.29 %	237.00	3,072.00	4,536.00
10/06/2018	850.25	47.20	0.30	0.04 %	237.00	3,072.00	850.50
11/06/2018	1,049.95	46.10	0.60	0.06 %	237.00	3,072.00	1,701.00
16/06/2018	284.87	11.80	1.10	0.43 %	237.00	3,072.00	3,118.50
Totales		5,599.33	787.36				2,232,165.60

Fuente: Tomado registro de costos de operación oficina de producción. Elaboración propia.

Durante la producción de la temporada 2018-I se obtuvo un total de espuma de 5 599,33 T en los equipos Trampa de grasa, Celda DAF circular y celda DAF rectangular para posteriormente al ser sometida en un proceso de centrifugación que tiene un costo de \$ 237 dólares por T donde la utilidad total fue de \$ 2 232 165,60 dólares.

Tabla 22: *Tabla de precios de harina de pescado.*

Temporada 2018 – I		
Calidad de harina	Moneda	Costo Kg
Harina Super Prime	\$	1 576
Harina Standard	\$	1 047

Fuente: Tomado registro de costos de operación oficina de producción. Elaboración propia.

Anexo 7: Registro de análisis de muestras en el sistema SAP.

Figura 9 corresponde al día 07/06/2018, donde se muestran los resultados de los análisis de ingreso y salida del agua de bombeo en el proceso de separación de grasas en las celdas DAF, los cuales fueron realizados en el laboratorio de planta de harina antes de la implementación de la propuesta operacional para la optimización de los recursos de los equipos.

Op.	Texto Operación	Característica	Puesto	Unidad	Límites	Rangos	Turno Noch
1320	TROMEL PRIMARIO	Agua Ingreso SST (mg/l)	QM_013	MGL	<0.00;50,000.00>		17400.00
1320	TROMEL PRIMARIO	Agua Ingreso Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.10;0.50>	0.9850
1320	TROMEL PRIMARIO	Agua Ingreso Solidos (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<2.00;4.00>	3.411
1320	TROMEL PRIMARIO	Escama Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.10;0.60>	0.7810
1320	TROMEL PRIMARIO	Escama Humedad (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<70.00;80.00>	66.6730
1330	TROMEL SECUNDARIO	Agua Ingreso SST (mg/l)	QM_013	MGL	<0.00;50,000.00>		13000.00
1330	TROMEL SECUNDARIO	Escama Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.10;0.60>	0.650
1330	TROMEL SECUNDARIO	Escama Humedad (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<70.00;80.00>	79.9510
1330	TROMEL SECUNDARIO	Agua Salida SST (mg/l)	QM_013	MGL	<0.00;50,000.00>		8040.00
1340	CELDA FISICA 01	Agua Ingreso Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.30;0.80>	0.325
1340	CELDA FISICA 01	Agua Ingreso Solidos (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<3.00;4.00>	3.245
1340	CELDA FISICA 01	Espuma Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<4.00;10.00>	32.1510
1340	CELDA FISICA 01	Espuma Humedad (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<85.00;95.00>	63.8160
1350	CELDA FISICA 02	Agua Ingreso Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.20;0.60>	0.1290
1350	CELDA FISICA 02	Agua Ingreso Solidos (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<2.00;3.00>	3.449
1350	CELDA FISICA 02	Espuma Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<4.00;8.00>	11.2530
1350	CELDA FISICA 02	Espuma Humedad (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<85.00;95.00>	74.0240
1360	CELDA FISICA 03	Agua Ingreso Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.10;0.40>	0.0810
1360	CELDA FISICA 03	Agua Ingreso Solidos (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<1.00;2.00>	7.488
1360	CELDA FISICA 03	Espuma Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<3.00;6.00>	2.5360
1360	CELDA FISICA 03	Espuma Humedad (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<85.00;98.00>	83.9090
1365	ECUALIZADOR	Agua Ingreso Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;100.00>	<0.00;100.00>	0.0720
1365	ECUALIZADOR	Agua Ingreso Solido (%)	QM_013	%	<0.00;100.00>	<0.00;100.00>	3.865
1370	Celda Quimica	Agua Ingreso SST (mg/l)	QM_013	MGL	<0.00;100,000.00>	<0.00;100,000.00>	4200.00
1370	Celda Quimica	Agua Ingreso Grasa (%)	QM_013	%	<0.00;10,000.00>	<0.02;0.10>	0.0656

Figura 20: Registro de análisis diario en sistema SAP Fuente: Corporación Hayduk S.A.

Anexo 8: Resolución de restricciones en el proceso de separación de grasas.

R1: Restricción de Trommel.

$$R_1: \left(\frac{\text{Horas Trommel}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas Trommel}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_1: \quad 11 X_1 \quad + \quad 0. X_2$$

$$R_1: \quad \boxed{11 X_1 \leq 16} \quad (13)$$

R2: Restricción de trampa de grasa.

$$R_2: \left(\frac{\text{Horas Trampa de grasa}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas Trampa de grasa}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_2: \quad 0 X_1 \quad + \quad 10. X_2$$

$$R_2: \quad \boxed{10 X_2 \leq 15} \quad (14)$$

R3: Restricción de celda Daf 1.

$$R_3: \left(\frac{\text{Horas DAF 1}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas DAF 1}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_3: \quad 0 X_1 \quad + \quad 9 X_2$$

$$R_3: \quad \boxed{9 X_2 \leq 13} \quad (15)$$

R4: Restricción de celda Daf 2.

$$R_3: \left(\frac{\text{Horas DAF 2}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas DAF 2}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_4: 0 X_1 + 8 X_2$$

$$R_4: \boxed{8 X_2 \leq 11} \quad (16)$$

R5: Restricción de celda química.

$$R_5: \left(\frac{\text{Horas celdas química}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas celdas química}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_5: 7 X_1 + 0 X_2$$

$$R_5: \boxed{7 X_1 \leq 10} \quad (17)$$

R6: Restricción separadora ambiental.

$$R_6: \left(\frac{\text{Horas separadora ambiental}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas separadora ambiental}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_6: 6 X_1 + 0 X_2$$

$$R_6: \boxed{6 X_1 \leq 9} \quad (18)$$

R7: Restricción PAMA harina.

$$R_7: \left(\frac{\text{Horas PAMA}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas PAMA}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_7: \quad 1. X1 \quad \quad \quad 0. X2$$

$$R_7: \quad \boxed{1 X 1 \leq 37.5} \quad \quad \quad (19)$$

R8: Restricción PAMA aceite.

$$R_8: \left(\frac{\text{Horas PAMA}}{\text{Harina}} \right) \left(\frac{\text{Harina}}{\text{Dia}} \right) + \left(\frac{\text{Horas PAMA}}{\text{Aceite}} \right) \left(\frac{\text{Aceite}}{\text{Dia}} \right)$$

$$R_8: \quad 0. X1 \quad \quad \quad 1. X2$$

$$R_8: \quad \boxed{1 X 2 \leq 4.5} \quad \quad \quad (20)$$

Las determinaciones de las restricciones están dadas en un proceso operacional de 16 horas, compartido en dos turnos de trabajo de 12 horas cada uno, donde la cantidad promedio recibida es de 1 576 T de materia prima, (Anchoveta). Donde se considera las horas maquina durante el proceso desde el inicio de descarga donde los Trommel cuentan con el mayor tiempo de operación 16 horas, y es la separadora ambiental el equipo que cuenta con menor tiempo 9 horas, cumpliendo con las restricciones de producción de harina (R7) y aceite (R8).

Anexo 9: Formato: Determinación de porcentaje de grasa HD.TEC.FR.059.

			FORMATO DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE GRASA					CÓDIGO: HD.TEC.FR.059 PÁGINA: 1 FECHA: 16/02/2016 VERSIÓN: 01 REEMPLAZA: HD.OP.FR.030 / V00 SEGURIDAD: ABIERTO	
FECHA	ANALISTA	MUESTRA	Cod.	$W_{\text{balon vacío}}$	W_{muestra}	$W_{\text{balon final}}$	% GRASA	OBSERVACIONES	

$$\%Grasa = \frac{W_{\text{balon final}} - W_{\text{balon vacío}}}{W_{\text{muestra}}} \times 100\%$$

Donde:
 $W_{\text{balon vacío}}$ = Peso del balon vacío (g)
 $W_{\text{balon final}}$ = Peso del balon con aceite (g)
 W = Peso de muestra(g)

 VoBo Responsable
 de Laboratorio

Figura 21: Formato Determinación de porcentaje de grasa. Fuente: Corporación Hayduk

Anexo 10: Formato: Balance de PAMA 2018 – I.

		FORMATO BALANCE DE PAMA 2018 – I							CÓDIGO: HD.TEC.FR.000 PÁGINA: 1 FECHA: 16/02/2016 VERSIÓN: 01 REEMPLAZA: HD.OP.FR.030 / V00 SEGURIDAD: ABIERTO				
										AB3		AB4	
	FECHA DE MUESTRA	TURNO	FECHA DE ANALISIS	V°B°	AB 1	ESCAMAS 1	AB 2	ESCAMAS 2	EFICIENCIA TROMEL	TRAMPA DE GRASA	ESPUMA 1	ING. DAF 1	ESPUMA 2
%S													
%H													
%G													
SST													
%S													
%H													
%G													
SST													
%S													
%G													
SST													

Figura 22: Formato Balance de PAMA 2018 – I. Fuente: Corporación Hayduk

Anexo 11: Matriz de consistencia.

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	JUSTIFICACIÓN	VARIABLES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO
¿Cuál sería la influencia de la programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018?	Optimizar la separación de grasas en el proceso de fabricación de harina de pescado mediante el uso de la programación lineal en Corporación Hayduk S.A., Coishco.	El uso de la programación lineal mejora los niveles de separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.	El estudio del presente proyecto de investigación es de vital importancia para la empresa ya que al aplicar la programación lineal se busca identificar y analizar las distintas variables que lleguen a dificultar la eficiencia de la separación del porcentaje de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018, esto brindara mayores niveles de eficiencia en las distintas etapas que comprometan al proceso productivo de la empresa Corporación Hayduk	PROGRAMACION LINEAL		Diseño de investigación: Se utilizará el método experimental, pues nos facilita la manipulación de la variable independiente. Se usará el diseño Pre experimental: dado que la comprobación se aduce como mínima de la variable independiente porque se trabajará en una determinada área y equipos donde se aplicará la programación lineal para lograr obtener el efecto de la variable dependiente separación. G: O1 ----- X ----- O2 Dónde: G : Proceso de
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		SEPARACIÓN		
1. ¿De qué manera la determinación de un diagnóstico inicial y final en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018?	1. Determinar el diagnóstico inicial y final en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018	1. La determinación de un diagnóstico inicial y final en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.		D1: DIAGNÓSTICO Y : Porcentaje de grasas	Diagrama de causa y efecto, pareto y eficiencia operacional. $\% G = \frac{(W2 - W1) \times 100}{Wm}$	

<p>2. ¿De qué manera la determinación de las variables de decisión en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018?</p>	<p>2. Determinar las variables de decisión en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018</p>	<p>2. Las variables de decisión en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.</p>	<p>S.A. En teoría el proyecto de investigación permitirá implementar según sea el caso las técnicas y herramientas que brinda la programación lineal, de esta manera se adecua el proceso según se den los resultados bajo la política de la mejora continua,</p>	<p>D2:VARIABLES DE DECISION Y : Porcentaje de Grasas</p>	<p>Variables decisión/variables totales.</p> $\% G = \frac{(W2 - W1) \times 100}{Wm}$	<p>separación de grasas. O1 : Separación. X : Aplicación de la Programación Lineal. O2 : Separación después de aplicar Programación Lineal. 2.1.1 Tipo de estudio El presente trabajo de investigación será un estudio Aplicado, donde se hará uso de la implementación de los conocimientos teóricos de la programación lineal para dar solución a la realidad problemática de la empresa Corporación Hayduk S.A. De esta manera se manipulará los parámetros de operación del proceso de separación de grasas, utilizando la programación lineal, para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco, 2018.</p>
<p>3. ¿De qué manera la determinación de la función objetivo en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018?</p>	<p>3. Determinar la función objetivo en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.</p>	<p>3. La determinación de la función objetivo en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.</p>	<p>operacional de los equipos, en este caso el porcentaje de separación de grasas. Nuestro objetivo final será lograr el aumento de la eficiencia del porcentaje de separación de grasas, permitirá obtener mayores cantidades de aceite de pescado y la disminución del porcentaje grasas en la torta ambiental, disminuyendo en gran manera impactos negativos sobre la calidad de harina en el proceso final.</p>	<p>D3: FUNCION OBJETIVO Y : Porcentaje de Grasas</p>	$MinZ_t = \sum_{t=1} (Cwt X Pt + CctXCt + CdtxDt..)$ $\% G = \frac{(W2 - W1) \times 100}{Wm}$	
<p>4. ¿De qué manera la determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal optimizará la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018?</p>	<p>4. Determinar las restricciones en un modelo de programación lineal para optimizar la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.</p>	<p>4. La determinación de las restricciones en un modelo de programación lineal optimiza la separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado en Corporación Hayduk S.A., Coishco,2018.</p>		<p>D4: RESTRICCIONES Y : Porcentaje de Grasas</p>	$Xj \geq 0, j = 1,2, \dots n$ $\% G = \frac{(W2 - W1) \times 100}{Wm}$	

Figura 23: Matriz de operacionalización. Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12: Formato de registro de operadores.

HAYDUK				REGISTRO DELTAFLOAT												
PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO PLANTA COISHCO				CODIGO : H1HPD-RGG822								VERSION N°				
OPERADOR <u>SEGUNDO GAMBOA BACI LIO</u>				FECHA: <u>23-04-2018</u>				TURNO: <u>NOCHE</u>								
Hora	Operación del Deltafloat				Bomba Dosificadora de Coagulante Ferix 3			Consumo	Control de Coagulante (Polychem 5318)			Consumo	Control de Floculante (Polychem 8420)		Consumo	Costo de tratamiento \$/m ³
	Caudal Ingreso Deltafloat (m ³ /Hr)	Puente (RPM)	Presión Aire Reactor (PSI)	Paleta Colectora de lodos (RPM)	Stroke (Posición)	ml/min	PPM	Kg/h	Stroke (Posición)	ml/min	PPM	Kg/h	m ³ /Hr	PPM	Kg/h	
19:00	120	04		01	30				0.5				1.03			
20:00	120	04		01	30				0.5				1.03			
21:00	120	04		02	30				0.5				1.04			
22:00	120	04		02	30				0.5				1.03			
23:00	120	04		01	32				0.5				1.04			
00:00	120	04		02	32				0.5				1.16			
01:00	110	04		01	31				0.5				1.17			
02:00	110	04		01	32				0.5				1.16			
03:00	110	04		01	32				0.5				1.17			
04:00	110	04		01	32				0.5				1.30			
05:00	110	04		01	35				0.5				1.31			
06:00	110	04		01	35				0.5				1.31			
total																

Consumo de Productos Químicos	Lectura Inicial	Lectura Final	Consumo Total
FWRIX -3 (kg)	2870	3648	3444
POLYCHEM BC 1544	1463	1296	167
POLYCHEM BC 1521	7116.47	7128.99	12.52

	Lectura Inicial	Lectura Final	Total
Agua bombeo tratada	454391	455683	1292
Horas trabajadas			

		FERIX - 3	1.51	POLYCHEM 8420	0.20%
POLYCHEM BC 5318	1.2	FERIX - 3 (US\$/kg)	0.48	POLYCHEM 8420 (US\$/kg)	5.91
BC - 5318 (US\$/kg)	1.74				

OBSERVACIONES:
~~X~~ SE BOMBEO 4222 LTS. DE FERIX. ALTA DIARIO.

Figura 24: Formato de operador de registro Deltafloat

HAYDUK		FLOTTWEG PAMA - SEPARADORA AMBIENTAL													
PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO		CODIGO : H1HPD-RGG023	VERSION II'												
OPERADOR: <i>Armando Veliz Panto</i>		FECHA: <i>17-04-2018</i>	TURNO: <i>NOCHE</i>												
HORA	Control Operacional de Separadora Ambiental						Efuyente (pH)	Control de Coagulante (Ferts-3)			Control de Floculante (Polychem 8750)		Producción de Torta Ambiental (Kg/min)	Humedad Torta Ambiental (%)	
	Velocidad Principal (RPM)	Velocidad Diferencial del Tornillo (Δ rpm)	Torque		Sólidos Totales (%)	Caudal ingreso (m³/h)		Strokes (Posición)	ml/min	Kg/h	PPH	m³/hr			PPH
			(Δ rpm)	Valor Régimen											
<i>19</i>	<i>2590</i>	<i>3.1</i>	<i>53.4</i>	<i>60</i>	<i>7.22</i>	<i>16</i>	<i>5.5</i>	<i>13</i>	<i>-</i>	<i>100</i>	<i>4</i>	<i>7.03</i>	<i>76.77</i>		
<i>20</i>	<i>2589</i>	<i>5.8</i>	<i>62.5</i>	<i>60</i>	<i>7.28</i>	<i>16</i>	<i>5.4</i>	<i>15</i>	<i>-</i>	<i>100</i>	<i>4.5</i>	<i>6.95</i>	<i>78.30</i>		
<i>21</i>	<i>2588</i>	<i>4.5</i>	<i>60.2</i>	<i>60</i>	<i>7.20</i>	<i>16</i>	<i>5.3</i>	<i>17</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>5</i>	<i>8.76</i>	<i>76.84</i>		
<i>22</i>	<i>2588</i>	<i>4.2</i>	<i>58.5</i>	<i>60</i>	<i>7.65</i>	<i>16</i>	<i>5.2</i>	<i>18</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>5</i>	<i>7.85</i>	<i>77.47</i>		
<i>23</i>	<i>2589</i>	<i>5.4</i>	<i>63.2</i>	<i>60</i>	<i>7.82</i>	<i>16</i>	<i>5.2</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>5.2</i>	<i>8.04</i>	<i>76.75</i>		
<i>00</i>	<i>2591</i>	<i>6.0</i>	<i>62.5</i>	<i>60</i>	<i>7.10</i>	<i>16</i>	<i>5.3</i>	<i>16</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>5.2</i>	<i>5.30</i>	<i>75.74</i>		
<i>01</i>	<i>2588</i>	<i>7.1</i>	<i>68.5</i>	<i>60</i>	<i>6.80</i>	<i>16</i>	<i>5.1</i>	<i>14</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>5</i>	<i>5.67</i>	<i>71.47</i>		
<i>02</i>	<i>2589</i>	<i>6.2</i>	<i>62.3</i>	<i>60</i>	<i>6.55</i>	<i>16</i>	<i>5.2</i>	<i>12</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>4.5</i>	<i>5.29</i>	<i>73.68</i>		
<i>03</i>	<i>2590</i>	<i>3.8</i>	<i>56.2</i>	<i>60</i>	<i>7.25</i>	<i>16</i>	<i>5.2</i>	<i>12</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>4.5</i>	<i>6.13</i>	<i>69.74</i>		
<i>04</i>	<i>2589</i>	<i>3.5</i>	<i>50.2</i>	<i>60</i>	<i>10.5</i>	<i>16</i>	<i>5.4</i>	<i>16</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>5</i>	<i>5.70</i>	<i>69.12</i>		
<i>05</i>	<i>2592</i>	<i>3.1</i>	<i>55.1</i>	<i>60</i>	<i>11.20</i>	<i>16</i>	<i>5.3</i>	<i>22</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>5.5</i>	<i>6.48</i>	<i>68.06</i>		
<i>06</i>	<i>2592</i>	<i>2.1</i>	<i>53.2</i>	<i>60</i>	<i>13.50</i>	<i>16</i>	<i>5.2</i>	<i>25</i>	<i>100</i>	<i>-</i>	<i>6</i>	<i>7.81</i>			
TOTAL															

QUIMICOS			LDOOS				
Consumo de Productos Quimicos	Lectura Inicial	Lectura Final	Consumo Total	Lectura Inicial	Lectura Final	Total	
Ferts-3 (Lt)	<i>1100</i>	<i>970</i>	<i>600</i>	Lodo tratado (m³)	<i>45515.3</i>	<i>45701.3</i>	<i>186</i>
Polychem 8750 (m³)	<i>19613.6</i>	<i>19622.4</i>	<i>58.8</i>	Horas trabajadas			

TORTA AMBIENTAL	
Humedad Promedio (%)	
Torta (Kg/min.)	
Torta Recuperada Tm/H	
Aporte harina (Tm/harina)	

*NOTA: El consumo de Ferts-3 multiplicar por su densidad para obtener en kg.

POLYCHEM PA 8750	1.2	SULFATO FERRICO	1.63
PA - 8750 (US\$/kg)	1.5	SULFATO FERRICO (US\$/kg)	0.48

de Lodo 70% cubetas de proceso 30% fabrica coque

20:30 hrs se rompió la carga

Figura 25: Registro de Separadora Ambiental

HAYDUK

PLANTA DE PAPA Y CENTRO DE PESAJE
PLANTA COMERCIAL

CONTROL DE EQUIPOS DE PAMA 1

VERSION N°

HJHO - RGG002

FECHA: 10-05-2018

TURNO: Noche

GESTOR DE ETAPA: Cruzado R.

HORA	PRESION AGUA (Psi)	TROMEL 1		TROMEL 2		TROMEL 3		TROMEL 4		TROMEL 5		TROMEL 6		TRAMPA DE GRAZA	DAF OBLICUO			DAF RECTANGULAR				TR PRECALENTADOR ESPUMA	
		1 mm				0.2 mm				P. Mezcla psi	P. aire (Psi)	P. Mezcla (Psi)	Flujo aire		P. aire (Psi)	P. Mezcla (Psi)	Flujo aire	HNL VALVULA NEUMATICA	Presion	T°C			
		Amp	Frecuencia (Hz)												Amp	Frecuencia (Hz)	Amp						
19h	120																						
20h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0										
21h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1									
22h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1									
23h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380				94.5		
24h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	32
1h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	35
2h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	35
3h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	35
4h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	35
5h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	35
6h	120	3.1	60.0	6.7	37.8	3.6	60.0	4.8	60.0	4.7	60.0	4.9	60.0	92.1	100	85	380	100	85	350	94.5/73.6	60	35

Flujometro ingreso a DAF1	Lectura Inicial	Lectura Final	Total (m ³)

OBSERVACIONES: _____

ACCION CORRECTIVA: _____

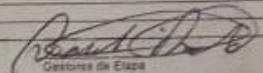

Gestor de Sección
V. B. Gestor de Productividad

Figura 26: Formato registro celdas trampa de grasa y DAFs

Anexo 13: Formato determinación de porcentaje de grasa

HAYDUK		FORMATO DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE GRASA						<small> CÓDIGO: HQ-TEL-PE-001 PÁGINA: 1 FECHA: 04/11/2014 VERSIÓN: 01 REEMPLAZA: HQ-TEL-PE-001 (1999) SEGURIDAD: ABC(1) </small>
FECHA	ANALISTA	MUESTRA	Cod	W _{balón vacío}	W _{muestra}	W _{balón Total}	% GRASA	OBSERVACIONES
06/06/18	GE	ABI	610	131,3326		131,5303		
		2	618	133,3938		133,4787		
		3	691	108,1245		108,2711		
		4	612	123,7680		123,8896		
		5	619	108,2264		108,8898		
		6	2	105,9078		105,9159		
		7	5	105,0761		105,0853		
		Eq1	8	105,7148		105,7159		
		2	9	104,5274		104,5278		
		EMUSOR	10	108,1866		108,1811		
		TR1	66	123,3360				
		2	62	135,8450				
		ESP1	615	131,3877				
		2	616	111,5923				
		3	63	108,7034				
		L4	6	103,0148				

$W_{muestra} = W_{balón Total} - W_{balón vacío}$

Donde:
 $W_{muestra}$ = Peso del balón vacío (g)

Figura 27: Formato determinación de porcentaje de grasa.

Anexo 14: Pruebas en WinQSB 2.0

Variable -->	Harina	Aceite	Direction	R. H. S.
Maximize	1114	2678		
Restriccion	11	0	<=	16
Restriccion	0	10	<=	15
Restriccion	0	9	<=	13
Restriccion	0	8	<=	11
Restriccion	7	0	<=	10
Restriccion	6	0	<=	9
Restriccion	1	0	<=	37.5
Restriccion	0	1	<=	4.5
LowerBound	0	0		
UpperBound	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous		

Figura 28: Modelo Matemático tomado de simulación en WinQSB 2.0

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Harina	1,4286	1.114,0000	1.591,4290	0	basic	0	M
2	Aceite	1,3750	2.678,0000	3.682,2500	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	5.273,6790				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Restriccion de Trommel	15,7143	<=	16,0000	0,2857	0	15,7143	M
2	Restriccion de trampa de grasa	13,7500	<=	15,0000	1,2500	0	13,7500	M
3	Restriccion de DAF 1	12,3750	<=	13,0000	0,6250	0	12,3750	M
4	Restriccion de DAF 2	11,0000	<=	11,0000	0	334,7500	0	11,5556
5	Restriccion de celda quimica	10,0000	<=	10,0000	0	159,1429	0	10,1818
6	Restriccion de separadora ambiental	8,5714	<=	9,0000	0,4286	0	8,5714	M
7	Restriccion PAMA harina	1,4286	<=	37,5000	36,0714	0	1,4286	M
8	Restriccion PAMA aceite	1,3750	<=	4,5000	3,1250	0	1,3750	M

Figura 29: Solución óptima tomado de simulación en WinQSB 2.0

Variable ->	Restriccion	Direction	R. H. S.							
Minimize	16	15	13	11	10	9	37,5	4,5		
Harina	11				7	6	1		>=	1114
Aceite		10	9	8				1	>=	2678
LowerBound	0	0	0	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M	M	M	M		
VariableType	Continuous									

Figura 30: Método dual tomado de simulación en WinQSB 2.0

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Restriccion de Trommel	0	16,0000	0	0,2857	at bound	15,7143	M
2	Restriccion de trampa de grasa	0	15,0000	0	1,2500	at bound	13,7500	M
3	Restriccion de DAF 1	0	13,0000	0	0,6250	at bound	12,3750	M
4	Restriccion de DAF 2	334,7500	11,0000	3.682,2500	0	basic	0	11,5556
5	Restriccion de celda quimica	159,1429	10,0000	1.591,4290	0	basic	0	10,1818
6	Restriccion de separadora ambiental	0	9,0000	0	0,4286	at bound	8,5714	M
7	Restriccion PAMA harina	0	37,5000	0	36,0714	at bound	1,4286	M
8	Restriccion PAMA aceite	0	4,5000	0	3,1250	at bound	1,3750	M
	Objective	Function	[Min.] =	5.273,6790				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Harina	1.114,0000	>=	1.114,0000	0	1,4286	0	M
2	Aceite	2.678,0000	>=	2.678,0000	0	1,3750	0	M

Figura 31: Solución Óptima del modelo dual tomado de simulación en WinQSB 2.0

Final Simplex Tableau													
Basis	C(j)	Harina	Aceite	_Restri	c_Restric	Restric	ck_Restricc	ck_Restricc	c_Restric	Restri	_Restri	R. H. S.	Ratio
Slack_Restriccion de Trommel	0	0	0	1,0000	0	0	0	-1,5714	0	0	0	0,2857	
Slack_Restriccion de trampa de grasa	0	0	0	0	1,0000	0	-1,2500	0	0	0	0	1,2500	
Slack_Restriccion de DAF 1	0	0	0	0	0	1,0000	-1,1250	0	0	0	0	0,6250	
Aceite	2.678,0000	0	1,0000	0	0	0	0,1250	0	0	0	0	1,3750	
Harina	1.114,0000	1,0000	0	0	0	0	0	0,1429	0	0	0	1,4286	
Slack_Restriccion de separadora ambiental	0	0	0	0	0	0	0	-0,8571	1,0000	0	0	0,4286	
Slack_Restriccion PAMA harina	0	0	0	0	0	0	0	-0,1429	0	1,0000	0	36,0714	
Slack_Restriccion PAMA aceite	0	0	0	0	0	0	-0,1250	0	0	0	1,0000	3,1250	
	C(j)-Z(j)	0	0	0	0	0	-334,7500	-159,1429	0	0	0	5.273,6790	

Figura 32: Tabla Simplex solución modelo matemático

Anexo 16: Autorización de publicación de tesis en repositorio.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 14
--	---	--

Yo, SILVA MELGAREJO MARLON ALFREDO, identificado con DNI N° 45955138, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


FIRMA
DNI: 45955138
FECHA: 15 de febrero del 2019



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 07
Fecha : 31-03-2017
Página : 1 de 14

Yo, ZEVALLOS DIAZ ALBERTO JUNIOR ERICK, identificado con DNI N° 70189746, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo (), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 70189746

FECHA: 15 de febrero del 2019

Anexo 17: Acta de aprobación de originalidad de tesis-turnitin.


 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 7
--	--	---

ACTA N° 001 – 1C - 2019 - EII/UCV/CH

Yo, Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo filial Chimbote, revisor de la tesis titulada: "PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018.", de los estudiantes SILVA MELGAREJO MARLON ALFREDO / ZEVALLOS DIAZ ALBERTO JUNIOR ERICK, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 11 de febrero del 2019



Ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón
DNI: 17810336

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 18: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SILVA MELGAREJO MARLON ALFREDO

INFORME TITULADO:

PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/02/2019

NOTA O MENCIÓN: 14

Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ZEVALLOS DIAZ ALBERTO JUNIOR ERICK

INFORME TÍTULADO:

PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/02/2019

NOTA O MENCIÓN: 14

Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL



ABSTRACT

This research work entitled: Linear programming to optimize fat separation from the fishmeal manufacturing process. Corporación Hayduk S.A, aims to optimize the separation of fat in the fishmeal manufacturing process, through the use of linear programming in Corporación Hayduk S.A Coishco. This reseach project development is based on a standard mathematical model that maximizes the separation of fats, indicating that the economic efficiency has been taken as reference from a referential point which is the utility and for the optimization of the operational efficiency **it was** taken as reference the operation time intervals, indicated by the linear programming theory was determined decision variables, the objective function and its restrictions, and to carry out the solution of the objective function was developed through the WinQSB 2.0 software tool , resulting in an increase in the profits of the daily operation, adding tons of production in the process line, increasing the production and sales ratio, optimizing the time - separation and profits line.

In this work it was possible to increase the separation of solids and utilities which leads a new operation schedule. And about the economic maximization result which are reflected in the daily income of \$ 1 213.00 and \$ 1 329.00 which means that for each dollar of investment a profit margin of \$ 2 864.00 was obtained.

Therefore, it was possible to optimize the separation of fat in fishmeal manufacturing, Hayduk Corporation.

Keywords: *Linear programming, standard model, separation, treatment, production.*

