



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA DE TITULACIÓN

**ESTUDIO TÉCNICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
ACEITE DE PESCADO PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE
DECANTACIÓN Y ELEVAR LA CALIDAD EN LA EMPRESA
FORTIDEX S.A. UBICADA EN EL RECINTO DATA DE
POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS.**

**TESIS DE TITULACIÓN
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

REYES LUCERO ISSAC DE JESÚS

TUTOR DE TESIS

ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

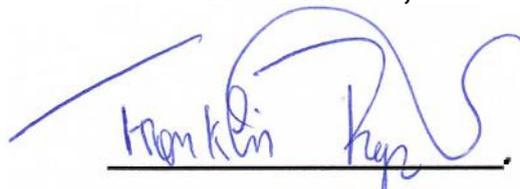
2018

Santa Elena, febrero del 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación “**ESTUDIO TÉCNICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PESCADO PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DECANTACIÓN Y ELEVAR LA CALIDAD EN LA EMPRESA FORTIDEX S.A. UBICADA EN EL RECINTO DATA DE POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS**”, elaborado por el Sr. ISSAC DE JESÚS REYES LUCERO, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Franklin Reyes Soriano', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.

TUTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por guiar mi camino, a mi familia por el apoyo mutuo quienes a pesar de las adversidades siempre estuvieron apoyándome, a las personas que me ayudaron a formarme profesionalmente, por cada una de las enseñanzas impartidas y que las cosas de la vida que son contempladas obtienen mayor valor cuando sabes el esfuerzo y logro que has alcanzado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las mayores bendiciones que me ha otorgado durante este trayecto permitiéndome continuar con mis anhelos y por haberme puesto su voluntad.

A mis padres Liliam Lucero Balón y Freire Reyes Espinoza quienes creyeron en mi capacidad y que a pesar de no contar con muchos recursos hicieron un gran esfuerzo por darme la oportunidad de salir adelante, a no quedarse en un solo lugar sin ir más allá de las expectativas.

Agradezco a mi asesor de tesis el Ing. Franklin Reyes por guiarme durante el desarrollo contando con su capacidad y amplio campo de conocimiento científico.

Mi agradecimiento con el Gerente Propietario de la Empresa "FORTIDEX S.A" el Ing. Augusto Sánchez por haberme acogido y permitirme desarrollar mis conocimientos en el medio a fomentar el desarrollo.

Agradezco a mis compañeros quienes me denotaban moralmente fomentando las ganas de seguir en la carrera profesional sobre todo su compañerismo.

Como último, pero siempre los primeros, mis amigos, quienes constantemente preguntan y se preocupan por el desarrollo de mi vida profesional.

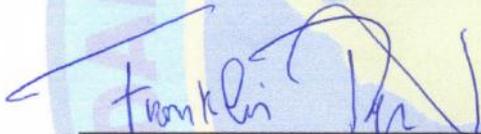
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



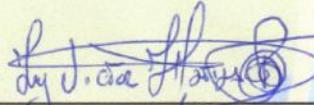
**Ing. Juan Garcés Vargas MGp.
DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



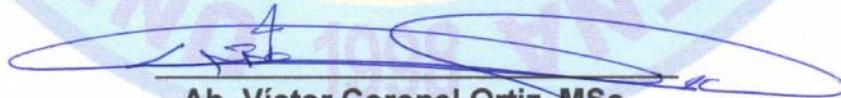
**Ph.D Rolando Calero Mendoza.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
TUTOR DE TESIS DE GRADO**



**Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.
PROFESOR DEL ÁREA**



**Ab. Víctor Coronel Ortiz, MSc.
SECRETARIO GENERAL**

UPSE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELLECTUAL

El contenido del presente trabajo de **graduación “ESTUDIO TÉCNICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PESCADO PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DECANTACIÓN Y ELEVAR LA CALIDAD EN LA EMPRESA FORTIDEX S.A. UBICADA EN EL RECINTO DATA DE POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS”**, es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ISSAC DE JESÚS REYES LUCERO

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESTUDIO TÉCNICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE
DE PESCADO PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DECANTACIÓN Y
ELEVAR LA CALIDAD EN LA EMPRESA FORTIDEX S.A. UBICADA EN
EL RECINTO DATA DE POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS.**

Autor: Issac De Jesús Reyes Lucero

Tutor: Ing. Franklin Reyes Soriano

RESUMEN

El presente estudio técnico tiene como objetivo optimizar el sistema de decantación, en la investigación realizada se identificó la problemática con relación a la gestión de calidad en cuanto al proceso de decantación que se lleva a cabo en la planta harinera FORTIDEX S.A., proceso que requiere ser mejorado a través de la implementación de equipos a la vanguardia, herramientas de evaluación y control para la sistematización actual del proceso. Para esto, se aplicaron modelos basados en herramientas estadísticas que permitieron identificar los problemas y la situación actual de la empresa. En este caso, a partir de los resultados que se obtuvieron se diseñó una propuesta a través de la cual se determinan las directrices que se deberán implementar y las características de los equipos a adquirir para mejorar la calidad del aceite de pescado que produce la planta FORTIDEX S.A.

DESCRIPTORES: Sedimentación – Optimización – Calidad de producto.

CERTIFICADO

La Libertad, 6 de Agosto del 2018

A quien interese:

Certifico que el trabajo de titulación "ESTUDIO TÉCNICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PESCADO PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DECANTACIÓN Y ELEVAR LA CALIDAD EN LA EMPRESA FORTIDEX S.A. UBICADA EN EL RECINTO DATA DE POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS" Elaborado por el egresado, REYES LUCERO ISSAC DE JESÚS con cedula de identidad N. 0929909638 ha sido debidamente revisado y no presenta falencias de índole gramatical ni ortográficas.

Extiendo el presente certificado por estar ceñido a la verdad, la parte interesada puede hacer uso del mismo para los fines que estime conveniente.

Atentamente



Ing. Marco Bermeo García

MAGISTER EN GERENCIA EDUCATIVA

C.I: 1707326813

Registro SENESCYT 1017-12-741571

Domicilio; La Libertad, Avenida 13 entre calles 31 y 32, Telefono: 0985033821

Email: mvbermeo@hotmail.com

La Libertad - Ecuador

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	V
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE IMAGENES	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XIX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
ASPECTOS GENERALES	4
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Antecedentes	7
1.3. Justificación del tema.....	11
1.4. Objetivos	13
1.4.1. Objetivo general	13
1.4.2. Objetivo específico	13
1.5. Marco teórico.....	13
1.5.1. Aceite de pescado.....	13

CAPÍTULO II	18
SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	18
2.1. Historia de la empresa	18
2.2. Ubicación de la empresa	20
2.3. Planta industrial fortidex y sus actividades	21
2.4. Estructura organizacional	22
2.5. Productos que elabora	24
2.6. El proceso de elaboración de la harina de pescado, obtención de aceite y soluble. 27	
2.6.1. Descripción del proceso obtención de harina	27
2.6.2. Descripción del proceso de obtención de aceite y soluble de pescado.....	34
2.7. Diagrama de flujo de proceso	40
2.8. Distribución de la planta harinera fortidex s.a	41
CAPÍTULO III	42
IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA VINCULADA A LA CALIDAD	42
3.1. Reconocimiento de las variables de calidad en materia prima.....	42
3.2. Reconocimiento de las variables de calidad en el proceso.	45
3.3. Reconocimiento de las variables de calidad en el aceite de pescado	53
3.4. Empleo de la gráfica de control Shewhart.....	55
3.5. Estudio investigativo	65
3.5.1. Encuesta	65
3.5.2. Población objetivo.	65
3.5.3. Análisis.....	65
3.6. Análisis de resultados de la encuesta	77
3.7. Diagnóstico de la situación problemática.	78

CAPÍTULO IV	80
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DECANTACIÓN	80
4. Optimización del sistema de decantación	80
4.1. Implementación de dispositivos de medición para el control	81
4.1.1. Termómetros	81
4.2. Implementación de equipos	89
4.2.1. Decanter	89
4.2.2. Sedicanter	91
4.3. Diseño	94
4.3.1. Diseño de tamiz vibratorio a implementar	94
4.3.2. Diseño de tanque colector principal	95
4.3.3. Diseño de registro de control para monitoreo de desempeño.	95
4.4. Resultado de la implementación en cuanto a la calidad	98
4.4.1. Aumento de la calidad	99
4.4.2. Aumento de la producción	100
CAPÍTULO V	103
ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA	103
5. Costo e inversión de la propuesta	103
5.1. Descripción de la inversión total en equipos	103
5.2. Descripción de la inversión en dispositivos de medición	104
5.3. Descripción de la inversión total en el diseño de tamiz vibratorio a implementar ..	105
5.4. Descripción de la inversión total en el diseño del tanque colector general	106
5.5. Descripción de la inversión en diseño de registro de control.	107
5.6. Financiamiento	107

5.7. Análisis de costo-beneficio.....	107
5.8. Periodo de devolución del proyecto	108
5.9. Valor presente neto	109
5.10. Depreciación.....	110
5.11. Cronograma de implementación	111
CAPÍTULO VI.....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
Conclusiones	112
Recomendaciones.....	114
Bibliografía.....	115
Linkografías	116
Anexos.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL ACEITE DE PESCADO.	6
TABLA 2 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ACEITE DE PESCADO	17
TABLA 3 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD - HARINA DE PESCADO.....	24
TABLA 4 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD - ACEITE DE PESCADO.	25
TABLA 5 PARÁMETROS DEL SOLUBLE DE PESCADO.	26
TABLA 6 GRADO DE FRESCURA EN MATERIA PRIMA TBVN.	43
TABLA 7 PARÁMETRO EFICIENTE EN EQUIPO DECANTER.	50
TABLA 8 PARÁMETROS IDEALES DE LAS FASES A LA SALIDA DE CADA ETAPA.....	53
TABLA 9 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD EN ACEITE DE PESCADO.....	55
TABLA 10 DATOS DEL REGISTRO CONTROL DE ACEITE DE PESCADO #1	57
TABLA 11 DATOS DEL REGISTRO CONTROL DE ACEITE DE PESCADO #2	59
TABLA 12 DATOS DEL REGISTRO CONTROL DE ACEITE DE PESCADO #3	61
TABLA 13 DATOS DEL REGISTRO CONTROL DE ACEITE DE PESCADO #4	63
TABLA 14 CONDICIONES ADECUADAS DE MATERIA PRIMA.....	66
TABLA 15 FRESCURA DE MATERIA PRIMA CONDICIONA CALIDAD DEL ACEITE.....	67
TABLA 16. FRESCURA DE MATERIA PRIMA CONDICIONA CALIDAD DEL ACEITE.....	68
TABLA 17 INFLUENCIA DE LOS BAJOS NIVELES DE TEMPERATURA.	69
TABLA 18 AFECTACIÓN POR FALTA DE LIMPIEZA.....	70
TABLA 19 EXCEDENTE DE SÓLIDOS AFECTA LA CALIDAD DEL ACEITE.....	71
TABLA 20 REPROCESO DE BORRA.	72
TABLA 21 PROCESAMIENTO DE SANGUAZA DE FORMA INDEPENDIENTE	73
TABLA 22 IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS.....	74
TABLA 23 LAS IMPUREZAS EN EL ACEITE MINIMIZAN SU CALIDAD.....	75
TABLA 24 MEJORA DEL SISTEMA DE DECANTACIÓN	76
TABLA 25 RENDIMIENTOS ACTUALES DE PROCESO	101

TABLA 26 RENDIMIENTO A OBTENER CON LA OPTIMIZACIÓN	101
TABLA 27 COSTO TOTAL ESTIMADO DE LA PROPUESTA.....	103
TABLA 28 PRECIO DE MAQUINARIA	104
TABLA 29 PRECIO DE DISPOSITIVOS	105
TABLA 30 COSTO TOTAL DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO.....	106
TABLA 31 COSTO TOTAL DISEÑO DEL TANQUE COLECTOR GENERAL	106
TABLA 32 COSTO TOTAL DISEÑO DE REGISTRO DE CONTROL	107
TABLA 33 ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO.....	108
TABLA 34 DEPRECIACIÓN	110

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. VISTA SATELITAL EMPRESA FORTIDEX S.A.....	20
IMAGEN 2. SACOS DE HARINA DE PESCADO	25
IMAGEN 3. ALMACENAMIENTO Y MUESTREO DE ACEITE DE PESCADO	26
IMAGEN 4. DESPACHO DE SOLUBLE DE PESCADO.....	27
IMAGEN 5. DESCARGA DE MATERIA PRIMA EN POZAS.....	28
IMAGEN 6. COCEDORES INDIRECTOS	29
IMAGEN 7. PRENSA HIDRÁULICA.....	30
IMAGEN 8. SECADOR ROTADISCO.....	30
IMAGEN 9. SECADOR ROTATUBO	31
IMAGEN 10. CICLONES DE HARINA.....	32
IMAGEN 11. MOLINO DE MARTILLOS	32
IMAGEN 12. TOLVA DEL ÁREA DE ENSAQUE	33
IMAGEN 13. BODEGA DE ALMACENAMIENTO	34
IMAGEN 14. POZO RECOLECTOR DE LICOR	35
IMAGEN 15. DECANTER.....	36
IMAGEN 16. ÁREA DE CENTRÍFUGAS	36
IMAGEN 17. PULIDORA DE ACEITE	37
IMAGEN 18. CONTENIDO DE AGUA COLA.....	38
IMAGEN 19. PLANTA EVAPORADORA DE AGUA COLA	39
IMAGEN 20. ACUMULACIÓN DE PESCA DEGRADADA EN ESTADO ACUOSO.	43
IMAGEN 21. DESGASTE DE TORNILLO SIN FIN DEL EQUIPO DECANTER.....	46
IMAGEN 22. TERMÓMETRO DAÑADO Y BANDAS FISURADAS.	46
IMAGEN 23. PURGADO DE SODA - LAVADO DE EQUIPOS.	47
IMAGEN 24. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE SÓLIDOS EN CENTRÍFUGA.	48
IMAGEN 25. MASA ACUOSA DE PESCADO COCIDO.	49

IMAGEN 26. EFLUENTES GENERADOS POR PESCADO	49
IMAGEN 27. PRESENCIA DE IMPUREZAS EN ACEITE DE CENTRÍFUGA.....	52
IMAGEN 28. SEDIMENTOS EN FONDO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	54
IMAGEN 29. TERMÓMETRO DE LÁMINAS BIMETÁLICAS.....	84
IMAGEN 30. VÁLVULA DE PASO TIPO ESFERA DE 2 PIEZAS	85
IMAGEN 31. CAUDALÍMETRO DE SENSOR MAGNÉTICO.....	86
IMAGEN 32. Sonda de detección de nivel.....	88
IMAGEN 33. DECANTER FLOTTWEG Z5E	89
IMAGEN 34. SEDICANTER FLOTTWEG S6E-3 DE 3650 RPM	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. ÍNDICE DE ACIDEZ.....	5
GRÁFICO 2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA PLANTA HARINERA	23
GRÁFICO 3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO.....	40
GRÁFICO 4. PORCENTAJE ALTO DE GRASA EN HARINA DE PESCADO.....	51
GRÁFICO 5. ÍNDICE DE ACIDEZ PRODUCCIÓN SEMESTRAL AÑO 2017.....	54
GRÁFICO 6. CARTA DE CONTROL #1.....	58
GRÁFICO 7. CARTA DE CONTROL #2.....	60
GRÁFICO 8. CARTA DE CONTROL #3.....	62
GRÁFICO 9. CARTA DE CONTROL #4.....	64
GRÁFICO 10. CONDICIONES ADECUADAS DE MATERIA PRIMA	66
GRÁFICO 11. FRESCURA DE MATERIA PRIMA CONDICIONA CALIDAD DEL ACEITE.	67
GRÁFICO 12. CONOCIMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL EN PROCESO.	68
GRÁFICO 13. INFLUENCIA DE LOS BAJOS NIVELES DE TEMPERATURA.....	69
GRÁFICO 14. AFECTACIÓN POR FALTA DE LIMPIEZA	70
GRÁFICO 15. EXCEDENTE DE SÓLIDOS AFECTA LA CALIDAD DEL ACEITE.....	71
GRÁFICO 16. REPROCESO DE BORRA.....	72
GRÁFICO 17. PROCESAMIENTO DE SANGUAZA DE FORMA INDEPENDIENTE.	73
GRÁFICO 18. IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS.....	74
GRÁFICO 19. LAS IMPUREZAS EN EL ACEITE MINIMIZAN SU CALIDAD.....	75
GRÁFICO 20. MEJORA DEL SISTEMA DE DECANTACIÓN.....	76
GRÁFICO 21. SONDA PT-100 CON CABEZA DIN TIPO C.....	83
GRÁFICO 22. COMPONENTES DEL EQUIPO	91
GRÁFICO 23. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N.- 1 PLANO GENERAL DE PLANTA	118
ANEXO N.- 2 FORMATO DE ENCUESTA.....	119
ANEXO N.- 3 DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO	122
ANEXO N.- 4 REFORMA DE TANQUE COLECTOR PRINCIPAL	123
ANEXO N.- 5 FORMATO BALANCE DE PROCESO.....	124
ANEXO N.- 6 CHECKLIST PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.....	125
ANEXO N.- 7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	126

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Decantación: Proceso encargado de separar un sólido o líquido denso inmerso en parte de un fluido.

Instauradas: Que se encuentra establecida.

Colector: Que recoge, captar.

Platos Concéntricos: comparten el mismo centro o eje.

Fluctuaciones: Constituye variación, medida o en gran parte cualidad.

Licor de Prensa: líquido de Contenido compuesto que se obtiene de la masa de pescado cocida previo a estrujado mecanizado.

Índice de Acidez: Presencia de acidez de forma natural resultado de la descomposición de las grasas.

Ácidos grasos libres: son ácidos grasos orgánicos monoenoicos que se encuentran en la grasa.

Pozas de recolección: zona hueca que sirve como acopio, captación, contención o almacenamiento.

Solubles: que puede disolverse o mezclarse.

Sanguaza: efluente generado por los desperdicios de pescado durante su procesamiento.

Sedimento: Partículas inmersas en un líquido que tienden a depositarse en el fondo del recipiente que lo contiene.

Fase acuosa: compuesto de agua o disolución acuoso.

° **Brix:** los grados Brix son una unidad de medida de sacarosa total disuelta en un líquido.

Estearina: es un gliceril de ácido esteárico, componente que conforma a los cuerpos grasos.

Lixiviación: consiste en el desplazamiento de sustancias solubles produciendo disolución.

Impurezas: sustancia extraña cuya separación no es de gran interés.

Coagulación: Acción de Coagular

Dilatación: proceso en el cual se produce variedad en el volumen cuando se emplea determinada temperatura.

Clarificación: constituye la acción de clarificar.

Lípido: es una sustancia orgánica Grasa insoluble en agua que se encuentra en el tejido adiposo.

Poliinsaturados: son grasas que se caracteriza por tener un enlace doble en la cadena de carbono.

Densa: que contiene mucha parte de masa o materia con nexo a su volumen.

Gradiente de viscosidad: incremento en el esfuerzo cortante del fluido.

Rancidez: es el grado de descomposición de la grasa que se encuentra expuesta a factores.

INTRODUCCIÓN

Las empresas que destinan sus productos hacia el consumo industrial forman parte fundamental del desarrollo y crecimiento de otros sectores comerciales que se abastecen de productos de diversas categorías ya procesados (materia prima) para la consecución de otros derivados que finalmente se destinan para el consumo humano, consumo animal, entre otros.

En el Ecuador existen instauradas plantas de procesamientos de diversas categorías que logran satisfacer las necesidades de otras organizaciones mediante la materia prima. Esto se logra, empleando productos que permiten ser aprovechados más allá de su consumo habitual, como en el caso del pescado del cual es posible extraer derivados como la harina y aceite.

El aceite de pescado es aprovechado para la elaboración de otras categorías de productos como margarina, grasas de pastelería, barnices, aceites secantes, aceites comestibles, fármacos con pequeñas cantidades de ácidos grasos, etc.

Debido a sus propiedades nutritivas el aceite de pescado es de alto valor energético indispensable en el régimen alimenticio, tanto para el ser humano como para los animales.

Sin embargo, cabe mencionar, que los pasos que se deben seguir para obtener productos de calidad requieren de una eficiente gestión constante en el proceso de elaboración garantizando mejores resultados de los productos que se procesan.

Por ende, con base a lo anteriormente indicado, se desarrolla el presente estudio técnico, el mismo que se centra en la planta procesadora FORTIDEX S.A. localizada en el recinto Data Posorja, la misma que se dedica a la producción de harina y aceite de pescado para el consumo industrial.

El presente estudio se efectúa bajo cuatro capítulos, los cuales se detallan brevemente a continuación:

En el Capítulo I. se inicia con los aspectos generales, donde consta el planteamiento del problema, justificación, objetivos del estudio técnico, marco teórico.

En el Capítulo II. Se detalla la situación actual de la empresa, donde se amplía mucho más de esta firma, aspectos internos organizacionales, productos y sus características, así como de amplia la etapa del proceso para la obtención de la harina de pescado.

Dentro del Capítulo III. Se desarrolla la identificación y análisis de la problemática vinculada a la calidad, donde se especifican aspectos relevantes de una gestión llevada a cabo de forma no adecuada, esto a través de estudios efectuados en la práctica.

En el Capítulo IV. Se estructura el sistema de decantación para elevar la calidad del aceite de pescado en la Planta Harinera FORTIDEX S.A. detallándose aspectos claves que permitan lograr obtener y garantizar que los productos cuenten con la calidad respectiva.

El Capítulo V. consta del aspecto económico de la propuesta donde se detalla el monto estimado para la implementación y mejora del sistema de decantación con la finalidad de elevar la calidad garantizando un estándar en el producto final.

En el Capítulo VI. Se prescribe en efecto el análisis efectuado del tema en estudio, atribuyendo al desarrollo en esencia de la investigación.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

FORTIDEX S.A. Planta Data de Posorja de la Provincia del Guayas es una firma ecuatoriana que se dedica a la producción de harina y aceite pescado para su uso industrial. Por medio del empleo de metodologías factibles en sus procesos de elaboración han contribuido a que la empresa promueva la producción de harina y aceite de pescado de aceptación en el mercado local e internacional, en la actualidad se han identificado aspectos que de una u otra manera han incidido a una correcta gestión de calidad, en cuanto a la producción de harina y aceite de pescado.

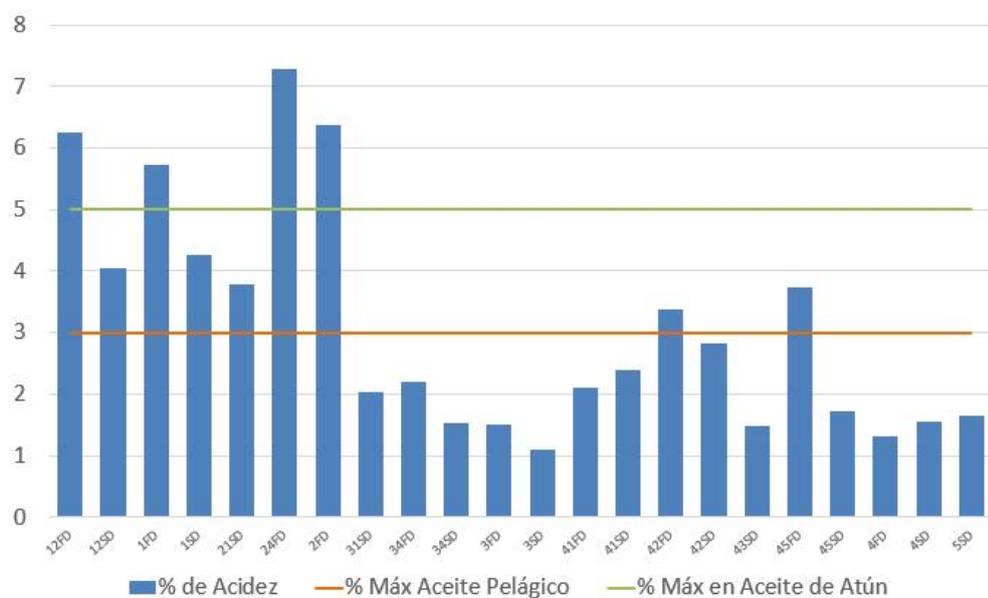
Específicamente a la hora de desarrollarse la producción de la harina de pescado, el grado de calidad de la harina y el aceite a obtener se ve influenciado por el sistema de decantación y cada uno de los factores que inciden en los equipos durante su proceso.

Los equipos de decantación trabajan con rangos de temperatura comprendida entre 90°C - 95°C para una separación eficiente, actualmente los valores no se mantienen en este rango de especificaciones ocasionando reducción en el volumen de separación de la fase sólida contenida en el líquido, llegando a separar porcentajes bajos del nivel total y disminuyendo la calidad del aceite. Al exceder temperaturas de 95°C en los tanques colectores el flujo de licor se torna más turbulento, cuando se alimenta al equipo decanter este se ve afectado por la distribución no uniforme en el tambor rotatorio provocando que la separación no sea eficiente.

El sistema de alimentación asume pérdidas de energía debido a la fricción causada tanto por la longitud de la tubería, la rugosidad de la misma, provocando turbulencia del flujo, reducción de la presión dada por una cantidad de codos o curvas, el diámetro que tiene la tubería y por la velocidad del líquido (licor de prensa).

Cabe acotar que un aumento en el caudal de alimentación produce que entre mayor sea la cantidad de fluido que se encuentre dentro de la decanter se alcance un mejor clarificado, pero este ocasiona un nivel inferior de escurrimiento de los sólidos llegando a obtener un porcentaje de humedad mayor al 65% donde específicamente debe ser 65%. Esto es debido a un excedente de sólidos superiores a la capacidad de trabajo del equipo lo que ocasiona un arrastre y separación ineficiente, el licor de decanter obtenido de la separación ineficiente causa fluctuaciones a la siguiente fase de centrifugación, el aceite obtenido denota variaciones en su índice de acidez debido a la presencia de sólidos (**Ver Gráfico 1**).

Gráfico 1. Índice de acidez.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

El índice de acidez obtenido actualmente en la planta FORTIDEX S.A se incrementa fuera de sus especificaciones permisibles (**Ver Tabla 1**), este aumento de acidez por encima del 3% se debe al estado oxidativo que sufre el aceite en su mayor parte provocado por:

- Procesamiento de materia prima degradada dándole un olor no característico
- Reproceso de mucílagos de aceite con un porcentaje de humedad y sólidos mayores al 1% con un índice de acidez por encima del 10%.
- El tiempo de procesamiento del licor y sobrecalentamiento que se le da al aceite para pulirlo eleva los peróxidos por encima de sus especificaciones dando valores 10 mili equivalentes.
- Los sólidos y la humedad presentes en el aceite obtenido se sedimentan acumulándose en el fondo de los tanques de almacenamiento ocasionando oxidación.

Tabla 1 Especificaciones de calidad del aceite de pescado.

Olor	Característico
Valor ácido	3mg NaOH/g
% Humedad Máx.	0,5
% Sólidos Máx.	0,5
Peróxidos Máx.	5 mili equivalentes de oxígeno activo/Kg de aceite
Anisidina	20Kg
Valor total oxidación	26
% Estearina	15
A/O PPM Mín.	300

Fuente: Food and Agriculture Organization F.A.O

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Por lo general, se recurre a un proceso de mezcla durante un despacho para formular un nivel de acidez determinado, los sedimentos formados en el fondo de los tanques de almacenamiento se vierten a las pozas de recolección de sanguaza para posteriormente ser reprocesado, los índices de acidez se incrementan en ese transcurso al reincorporarle tratamiento térmico, durante el proceso ocurre una degradación hidrolítica que ha soportado el aceite reprocesado en gran parte.

Por ende, considerando los aspectos antes detallados es posible acotar que el equipo decantador al no ser eficiente no podrá recuperar en gran parte el total de aceite reprocesado y una fracción se reincorporaría a la harina elevando los ácidos grasos libres (AGL) en la harina de pescado lo cual disminuirá a su vez la calidad.

El aumento de la grasa en la harina ocasiona que la antioxidante tarde en reaccionar y ligarse a la misma, lo cual suele generar problemas de compactación de la harina de pescado a futuro.

1.2. ANTECEDENTES

En septiembre del 2012 fue presentado un artículo elaborado por el *Dr. Andrew Jackson, Director Técnico de IFFO, UK* donde se asimila las expectativas sobre **“El papel de la harina y el aceite de pescado en la acuicultura sostenible”**.

El aceite de pescado es la fuente natural más importante de los ácidos grasos poliinsaturados saludables de cadena larga omega-3, EPA y DHA. La mayor parte del aceite de pescado se utiliza en la alimentación de los peces de cultivo y hay un mercado en expansión para el aceite

de pescado para los suplementos nutricionales humanos y alimentos funcionales.

La organización de ingredientes marinos IFFO no gubernamental que representa y promueve la industria de harina y aceite de pescado y otros ingredientes de origen marino a nivel mundial de carácter consultivo especial en la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, la Alimentación, la Comisión y el Parlamento de la UE.

Trabaja para fortalecer la posición global de la industria y apoya el suministro responsable en todo el mundo. Los miembros de IFFO residen en más de 55 países, representan más del 50% de la producción mundial y el 75% de aceite y harina de pescado que se comercializa a nivel mundial. Si bien estos productos son el núcleo de nuestra industria, en los últimos años se ha producido una ampliación para incluir el cultivo de algas marinas y la producción de harina y aceite de krill.

La demanda de aceite de pescado supera la oferta, esta ha alcanzado precios muy altos en el mercado internacional. Como ejemplo, durante la década de los 80 y 90 la tonelada de aceite de pescado se transaba en U\$ 300-400 y aún menos. Hoy día ese mismo producto se comercializa en U\$ 1.300-1.400/ tonelada dependiendo del grado de calidad, habiendo alcanzado en algunas ocasiones valores superiores a U\$ 1.800/tonelada.

Con la finalidad de evitar la decadencia motivada por estas expectativas del mercado grandes consorcios pesqueros han canalizado sus

esfuerzos de captura a la optimización de los aceites que se obtienen en sus plantas, cuidando su pureza, estabilidad, condiciones de almacenaje y procesamiento. La demanda mundial del pescado, como por ejemplo el filete de salmón, la cantidad de granjas de pescado y las empresas de procesamiento de pescado se incrementan continuamente.

Como consecuencia de esta demanda se produce también un incremento de la cantidad de los desechos a eliminar y de los subproductos de pescado. Los vínculos entre el procesamiento de pescado y el impacto ambiental negativo deben ser minimizados.

La industria podría permitir procesadores para mantener un nivel de negocio rentable y minimizar algunos impactos ambientales, particularmente si son capaces para procesar una gama de materias primas con cualidades variables. Adicionales aspectos que los productores deben considerar son principalmente aquellos relacionado con el uso y desperdicio de agua, minimizando la entrada, reutilizando posible y recuperando material de los flujos.

Esto puede requerir una comprensión avanzada de todas las propiedades materiales y el comportamiento que se beneficiaría, tanto de las convencionales como emergentes tecnologías de separación. Procesamiento más sostenible y ético daría lugar a empresas duraderas que gestionan la parte inferior, alinear sabiamente y responder a las necesidades de sus partes interesadas.

El logro de menores cargas de contaminación mediante la recuperación de compuestos útiles, como proteínas o grasas funcionales del agua de lavado convertiría los residuos en ganancias. Además de la legislación y la presión de la aplicación, el esfuerzo de la industria del pescado para aumentar la eficiencia y mejorar sus huellas de operaciones es probable que resulte en prácticas más sostenibles.

Sin embargo, el mercado está limitado a un cierto punto debido a la producción mundial estática o reducida de aceite de pescado en los últimos años. El informe separa en segmentos al mercado mundial de aceite de pescado en áreas de aplicación principales de aceite de pescado, las variedades de aceite de pescado de acuerdo con las diferentes especies de peces y los mercados regionales clave.

El informe señala que el segmento de aplicación de la acuicultura donde se utiliza el aceite de pescado en la alimentación de los peces, representó más del 75% de la cuota de la demanda mundial de aceite de pescado en 2011. La mayor parte del consumo mundial de aceite de pescado proviene de granjas de cultivo de truchas y salmones en Perú y Chile.

El segmento de consumo humano directo en aceite de pescado se presenta como un distante segundo lugar en el mercado global. Sin embargo, el consumo ha aumentado a un ritmo sólido en los últimos años debido a la creciente conciencia sobre la importancia de los ácidos grasos omega-3 para un cuerpo sano.

En términos de consumo, la región europea clasifica en la posición más alta, debido principalmente a la presencia de grandes cultivos de trucha y salmón en la región. La creciente demanda de ácidos grasos omega-3 que se incluirá como parte de una dieta regular, ha aumentado aún más la demanda de aceite de pescado en el mercado europeo.

El mercado del aceite de pescado también se ha incrementado a un ritmo rápido en la región Asia-Pacífico en los últimos años, especialmente en China debido a la acuicultura.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Se justifica el desarrollo del presente estudio técnico debido a que en la elaboración de harina de pescado se ejecutan una serie de procesos: captura y recepción de la materia prima, cocción, pre-desaguado, prensado, secado, molienda, enfriamiento y envasado, los cuales deben efectuarse de manera eficiente. Durante el proceso de pre-desaguado y prensado se obtiene licor, este a su vez presenta una gran parte excedida de sólidos mayores al 21% conformado por sólidos solubles, sedimentables y restos de huesillos.

La deficiencia del flujo de alimentación uniforme del licor de prensa hacia el proceso de separación se genera debido al gradiente de viscosidad que contiene el licor al no haber sido calentado a las temperaturas adecuadas. Menor viscosidad en el equipo decanter ocasiona una baja separación de sólidos y arrastre de aceite en los mismos. Al obtener una separación de manera adecuada se ganará una productividad requerida, tanto para compensar el costo estimado de producción por TM de materia prima procesada como para denotar de un proceso con alto valor agregado.

La correcta alimentación de los equipos a las temperaturas correspondientes permitirá una mayor separación del licor de prensa de sus fases logrando obtener sólidos en la separadora con porcentaje bajos en humedad y grasa. Al reducir la presión causada por la gran cantidad de codos o curvas de dilatación favorecerá la disminución del sobreesfuerzo empleado por las bombas, la eficiencia de separación no se vería alterada por factores que trascienden en la línea de proceso de separación y clarificación.

La empresa obtendrá un beneficio tributario ambiental en reducción de la demanda química de oxígeno (DQO) y recuperación del 98% en gran parte del residual generado en el proceso de elaboración de harina de pescado por un valor correspondiente a los \$80.000 anuales.

El aspecto económico se beneficiará, exigido al grado de automatización consecuente los costos laborales menores, reduciendo los mantenimientos consecutivos de los equipos por un valor de \$165.000 anuales, evitando pérdidas de horas de trabajo por falla en el sistema durante el proceso de producción. Con esto se ayudará a obtener información para el uso correcto de los equipos de decantación, favoreciendo a un proceso de extracción de aceite de manera eficiente y reduciendo así los arrastres de licor con presencia de grasa en los sólidos de separadora.

Debido a tiempos de retención en proceso menores y a una separación eficiente aumentará la producción en conjunto con la calidad del aceite incrementando su valor comercial.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un estudio técnico mediante la optimización del sistema de decantación para elevar la calidad del aceite de pescado en la planta harinera Fortidex S.A.

1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analizar la situación actual de la empresa
- Identificar y analizar la problemática
- Proponer el sistema de decantación
- Analizar el componente económico de la propuesta

1.5. MARCO TEÓRICO

Para orientar el tema de estudio se expone la fundamentación teórica con base a las etapas de obtención de aceite, cabe mencionar que la información que se detalla en este apartado será respectivamente citada y referenciada para otorgarle el respectivo sustento científico al proyecto.

1.5.1. ACEITE DE PESCADO

Citando a Valenzuela, Sanhueza y Barra (2013)

El aceite de pescado es hoy día un valioso producto de alto valor nutricional. Pero esto no fue siempre así; el aceite de pescado originalmente fue considerado un "segundo producto" de la fabricación de la harina de pescado, un producto de gran importancia en la nutrición animal.

Referenciando lo antes expuesto, es posible determinar que el aceite de pescado es un lípido obtenido a partir de tejidos de especies de peces cuya composición de ácidos grasos esenciales poliinsaturados contienen componentes importantes como lo son el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA). Durante el proceso de elaboración de harina de pescado los lípidos se obtienen a través del caldo de cocción y licor de prensa.

Fases de Separación Sólido-Líquido

La composición de la mezcla fluida que en su totalidad se conforma como una masa global por medio de fuerza impulsora y debido a la densidad de cada uno de los componentes que se encuentran en dicha mezcla heterogénea se produce un cambio por transferencia de materia, por medio de este cambio estructural de la masa se puede obtener la división de la mezcla en cada uno de los componentes por separado.

El método empleado en la separación de una mezcla compuesta por sólido y líquido en las cuales no se disuelve totalmente dicho sólido se denomina decantación. Es un método el cual se constituye por un sistema en el que intervienen la presión y temperatura coligada a la fase del compuesto y que debido a la característica del fluido las partes densas tienden a separarse. Durante este proceso ocurre la desintegración elemental de los compuestos o sedimentos:

Centrífuga Sedimentadora Decantadora

El equipo decanter constituye el principal componente en un sistema de separación debido al rompimiento de las células presentes en el caldo biológico, provocando precipitados proteicos y la recuperación

de solutos insolubles por medio de los campos centrífugos gravitacionales. Los fundamentos derivan de la ley de Stokes constituyendo los movimientos de un sólido en un líquido mediante su gradiente de densidad.

Este equipo de decantación de alta velocidad se caracteriza por:

- Contar con un tazón en forma horizontal, por poseer una sección cilíndrica y una sección cónica con sección longitudinal.
- El tazón contiene un tornillo transportador que gira en torno a la misma dirección, pero con una ligereza de velocidad de nivel superior o nivel inferior.
- Los campos centrífugos son relativamente menores, la suspensión se realiza a través de un tubo central del cilindro cónico, en el cual se realiza la alimentación. Los sólidos que se sitúan en las paredes son transportados en sentido contrario a la centrífuga, durante el transporte los sólidos son escurridos reduciendo los niveles de humedad y obteniendo el líquido clarificado por rebosamiento en otro extremo.
- La centrífuga decantadora industrial empleada en la separación de aceite de pescado posee una longitud de 1,5m y una descarga de sólidos de 60 ton/h. Debido a la regulación del flujo en el interior del equipo los niveles obtenidos varían según el aporte, se pueden lograr niveles eficientes siempre y cuando se emplee una temperatura óptima.
- Entre mayor sea el flujo dentro de la centrífuga decantadora habrá un mejor clarificado, para un bajo escurrimiento de los sólidos de separadora, entre más larga sea la sección del cilindro y mayor sección cónica se obtendría una mejor separación de fases.

Sedimentación centrífuga

Durante esta fase ocurre la separación del flujo por medio de la suspensión, este proceso se da a altas revoluciones en la cual el líquido tiene un mayor tiempo residente en el interior de la centrífuga.

La centrífuga de cámara múltiple contiene una serie de tazones concéntricos, con los cuales es posible la clarificación del fluido, los deflectores en los tazones provocan la separación de las partículas clasificándolas conforme estas circulan en cada una de las cámaras.

Una mayor capacidad operativa con respecto a los sólidos varía dependiendo del número de cámaras y el material que conforman los tazones concéntricos. Por lo general los equipos industriales generan rotación de entre 5000 a 8000 rpm, formando campos centrífugos correspondientes a una velocidad relativa de sedimentación.

Pulidora de Aceite

Es un equipo de pequeños platos concéntricos que tiene como finalidad extraer los remanentes de impurezas en el aceite que fueron separados por las centrífugas, reduciendo parte de estos y dejando un líquido clarificado para su posterior almacenamiento.

Criterios de Calidad en Aceite de Pescado

El aceite de pescado que cumple con las especificaciones requeridas asegura la inocuidad del producto, la calidad se ve influenciada por factores que alteran en si la composición del lípido obtenido. **(Ver Tabla 2).**

Los componentes no deseados:

Máximo permisible de Humedad e Impurezas es del 0,5% en el Aceite.

Estado de estabilidad:

Grado de Rancidez Hidrolítica: se debe al aumento o nivel de los ácidos grasos libres vinculado al deterioro de su estado hidrolítico, este no debe superar 4,5%.

Grado de Rancidez Oxidativa: Es indispensable la medición de hidroperóxidos, estos son indicadores de indicio del estado oxidativo donde el máximo es 5 expresado en meq O₂/kg de materia grasa.

- Medición de Compuestos Primarios
- Medición de Compuestos Secundarios
- Sobrecalentamiento – Aumento de Temperatura.

Tabla 2 Factores que influyen sobre el aceite de pescado

Proceso	Reactivo	Catalizado Por
Oxidación	Oxigeno	Temperatura/agua
Hidrólisis	Agua	Oxígeno/Temperatura
Degradación Térmica	Calor	Agua/Oxígeno

Fuente: <http://www.fao.org>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. HISTORIA DE LA EMPRESA

Industrial Harinera FORTIDEX S.A. se establece en la Provincia de Santa Elena, el 23 de julio de 1.997, desde entonces se constituyó la compañía anónima mercantil FORTIDEX S.A. estableciéndose como industria pionera en la producción de harina de pescado de nacionalidad ecuatoriana.

Durante su trayectoria industrial Fortidex S.A. está a disposición del mercado competente por más de 15 años, cumpliendo las especificaciones de cada uno de sus clientes, optimizando de manera consecuente su producción y elaborando un producto de alto valor proteico, cumpliendo con las normas y el grado de calidad exigido tanto en el mercado nacional e internacional.

La empresa cuenta con sus propias embarcaciones y proveedores locales como lo son las embarcaciones particulares para la captura de las especies de pescado destinadas para el proceso de elaboración de Harina y Aceite de Pescado mediante los acuerdos obtenidos con la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero.

Industrial Harinera Fortidex S.A ofrece a sus clientes productos elaborados con la mayor exigencia de calidad. La empresa cuenta con técnicos calificados en el área asegurando la producción y compromiso con el medio ambiente.

Al ser una industria de nivel internacional promueve su desarrollo al campo innovador en mejoras de su proceso para posicionarse en el mercado como una de las mejores industrias productoras de harina de pescado y aceite.

Su principal línea se enfoca en el empleo del Secador de Vapor Indirecto el cual denota la producción de Harina Steam Dried obteniendo así una harina con parámetros adecuados en niveles de proteína, humedad y digestibilidad.

A diferencia de su anterior proceso de secado a fuego directo el cual ya no es requerido en el mercado debido a la pérdida de las propiedades coligadas a la materia procesada y al aspecto que le daba a la harina como resultado final, una harina de tono café oscuro y olor no característico.

El proceso de producción de harina se denota por las dos etapas de secado que se emplea, la primera etapa es una deshidratación minuciosa por medio del secador Rota disco y como segunda etapa un secado por vapor indirecto mediante el empleo del secador Rota tubo.

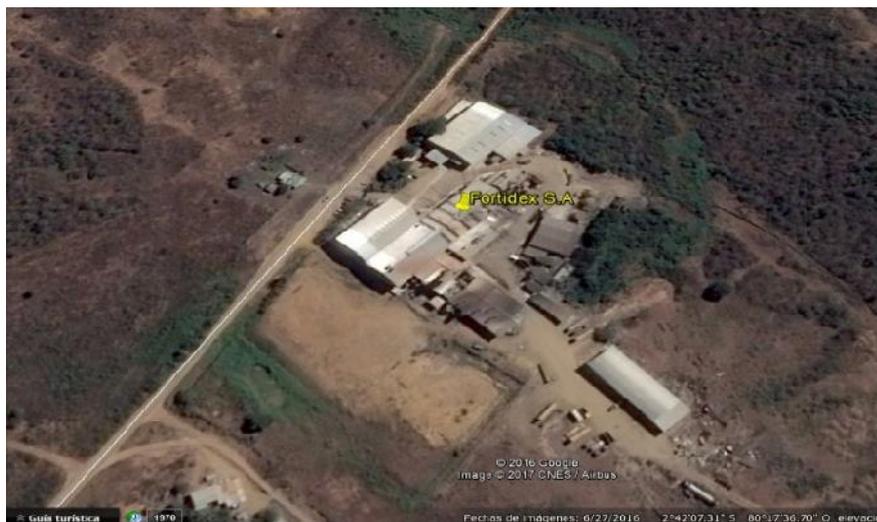
La empresa cuenta con su propia logística para la distribución dentro del territorio ecuatoriano, choferes capacitados y aptos a cumplir con sus responsabilidades en el manejo de carga que transportan asegurando las condiciones de entrega del producto.

Sus principales consumidores son de mercado local e internacional, cumpliendo con cada una de los parámetros de calidad y la emisión de certificados respectivos, cada producto es exportado en su mayoría a países como Perú, Chile, México, Honduras, Colombia, Filipinas, Vietnam, Japón, Taiwán y China.

2.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La planta procesadora de Harina de Pescado Industrial Fortidex S.A está situada en el Ecuador, en la Provincia del Guayas, Recinto data de Posorja a 1,5 Km de la vía data el morro y sus coordenadas de posición son: Latitud 2°42'5.40" S; Longitud 80°17'40.19" O. (**Ver Imagen 1**).

Imagen 1. Vista Satelital Empresa Fortidex S.A



Fuente: <http://earth.google.com>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

2.3. PLANTA INDUSTRIAL FORTIDEX Y SUS ACTIVIDADES

Industrial Harinera FORTIDEX S.A cuenta con la capacidad de ofrecer productos de calidad aportando un grado de confianza en cada uno de los clientes y dedicando su enfoque a cada una de las siguientes actividades:

- Liderar gran parte del mercado tanto local como extranjero.

- Cumplir las especificaciones con nivel de productividad ligada a las buenas prácticas de Manufactura.

- Asegurar cada uno de los requisitos por medio de la implementación de un manual de Calidad basado en el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP).

- Procesamiento de materia prima efectuada por medio de modernas técnicas industriales con la respectiva supervisión de técnicos calificados en el área, con alto nivel de experiencia y desenvolvimiento.

- Producir principalmente harina y aceite de pescado para uso industrial, siendo estos consumidos tanto en el mercado nacional e internacional. Cada producto es exportado en gran parte a países como Chile, México, Colombia, Filipinas, Vietnam, Japón, Taiwán y China.

2.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

FORTIDEX S.A consta de cuatro ejes importantes en su estructura organizacional (**Ver Gráfico 2**), ligados al alcance de sus objetivos y metas interrelacionados de la siguiente manera:

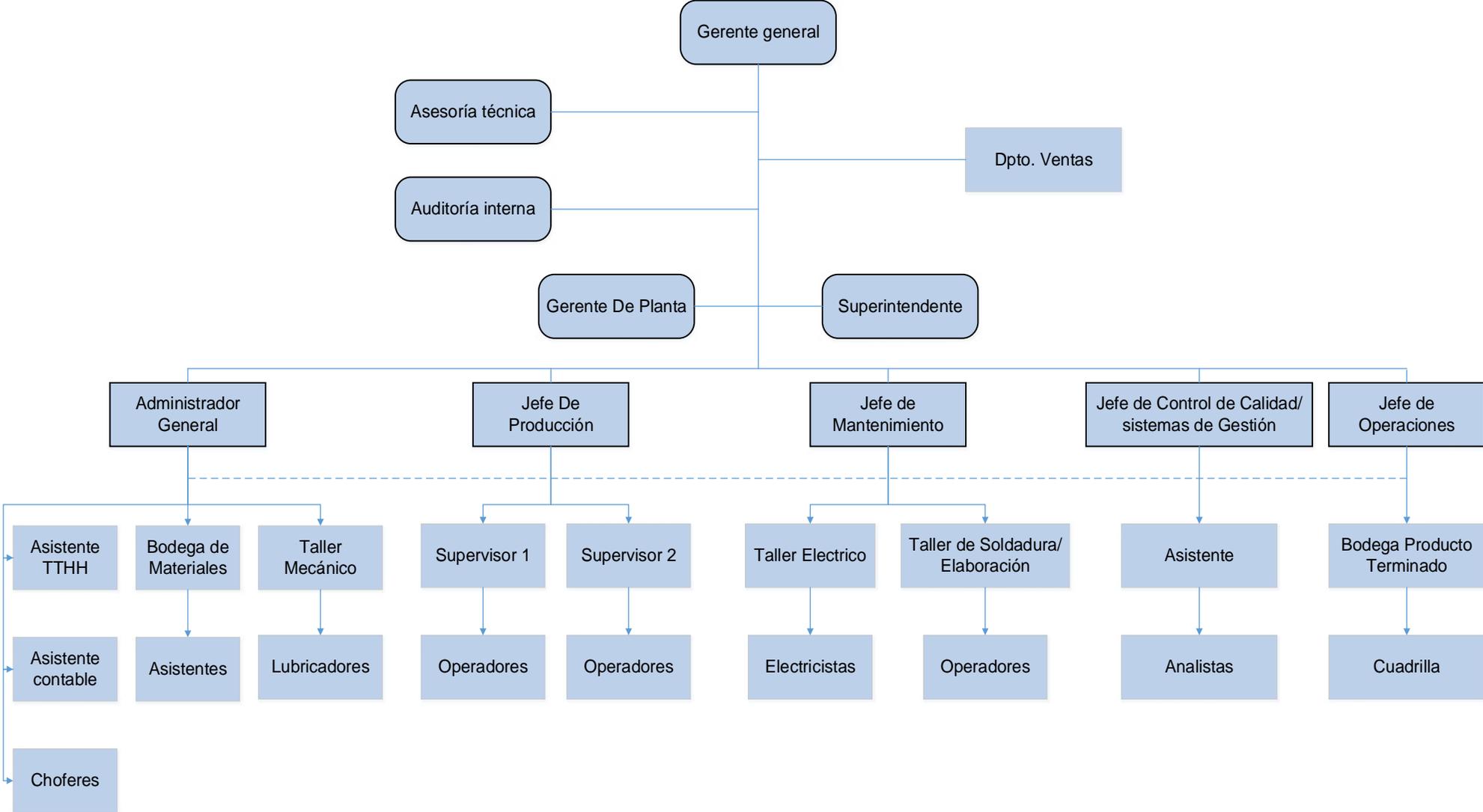
- ❖ Oficinas Administrativas ubicadas en la Ciudadela Urdesa, calle todos los Santos #200 y Cedros en ciudad de Guayaquil.

- ❖ Muelle ubicado en la costa de la Parroquia Posorja donde se realiza la descarga de pescado para el mercado como también la descarga de la materia prima a través de Bombas extractoras para posterior envío a la planta de procesamiento en Data.

- ❖ Planta Posorja ubicado en el Recinto Data de Posorja a 1.5 Km de la vía Data - Morro principalmente la planta de procesamiento donde elabora harina, aceite y soluble de pescado.

- ❖ Planta Taura ubicada en el Km. 19.5 de la vía Duran – Yaguachi, en la parroquia Virgen de Fátima donde se elabora Harina, Hidrolizado y soluble de Camarón.

Gráfico 2. Estructura Organizacional de la planta Harinera



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

2.5. PRODUCTOS QUE ELABORA

Industria Harinera Fortidex S.A produce principalmente harina, aceite y soluble extraídos de su materia prima (Pescado y sub. Producto de pescado).

Harina de pescado. - Steam Dried de variedad de proteína tanto de baja, media y alta con valores definidos desde 58% al 71% con cada una de las especificaciones requerida por el cliente (**Ver Tabla 3**), certificados de calidad emitidos y avalados por Laboratorios asegurando el grado de calidad con el que se denota el producto.

El producto es envasado en sacos de polipropileno de 50kg (**Ver Imagen 2**).

Tabla 3 Especificaciones de Calidad - Harina de Pescado.

ESPECIFICACIONES	Standard 58	Standard 60	Standard 62	Standard 65	Standard 68
PROTEÍNA %	58	60	62	65	68
GRASA % Máx.	10	10	10	10	10
HUMEDAD % Mín. /Máx.	6 - 10	6 - 10	6 - 10	6 - 10	6 - 10
CENIZA % Máx.	25	25	20	20	16
CLOURSOS % Máx.	5	5	5	5	5
ARENA % Máx.	2	2	2	2	2
BTVN mg/100g Máx.	120	120	120	120	120
HISTAMINA PPM Máx.	1000	1000	1000	1000	1000
FFA % Máx.	10	10	10	10	10
AOX PPM Mín.	150	150	150	150	150

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Imagen 2. Sacos de Harina de Pescado



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Aceite de Pescado. - durante el proceso de elaboración de harina de pescado se obtiene aceite de pescado el cual se da mediante la liberación de una cadena de ácidos grasos que se desprenden del tejido orgánico de algunas especies de peces.

Las especificaciones generadas para el cliente son evaluadas (**Ver Tabla 4**). En la planta se controla el índice de acidez y se toma muestra general del tanque de almacenamiento, se solicita servicio de aseguramiento por parte de un laboratorio externo avalado principalmente para certificar la calidad del producto de exportación.

Tabla 4 Especificaciones de Calidad - Aceite de Pescado.

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

TIPOS DE ACEITE	Acidez	Humedad	Sólidos	Peróxidos	A/O
	Máx.	Máx.	Máx.	Máx.	PPM
	%	%	%		Mín.
Atún crudo	3 – 5	0,5	0,5	5	300
Pelágico crudo	3	0,5	0,5	5	300

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

El aceite de pescado que se encuentra en los tanques de almacenamiento de planta se despacha en bines, tanqueros de aceite, bolsas flexi tank (**Ver Imagen 3**).

Imagen 3. Almacenamiento y muestreo de Aceite de Pescado



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Soluble de Pescado. - dependiendo de las especies procesadas y óptimo proceso de planta del licor agua de cola se obtiene soluble con buen aporte proteico y concentración (**Ver Tabla 5**), que se reincorpora al proceso o se genera para venta local mediante la incorporación de preservante y se despacha en bines (**Ver Imagen 4**).

Tabla 5 Parámetros del soluble de Pescado.

<i>Proteína</i>	<i>26% Mín.</i>
<i>Lípidos totales</i>	<i>3% Máx.</i>
<i>Humedad</i>	<i>60% Máx.</i>
<i>Cenizas</i>	<i>5% Máx.</i>

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Imagen 4. Despacho de soluble de pescado



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

2.6. EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA HARINA DE PESCADO, OBTENCIÓN DE ACEITE Y SOLUBLE.

El proceso de elaboración consiste en extraer en mayor parte cada uno de los derivados del pescado como lo es la materia seca (Harina) con humedad inferior al 10%, el aceite y la fase acuosa, por medio de una serie de etapas.

2.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO OBTENCIÓN DE HARINA

Para la obtención de la harina de pescado la materia prima es sometida a una serie de procesos que se detallan a continuación:

Recepción de materia prima

La materia prima se la recibe en volquetas y furgones donde se realiza un pesaje previo e inspección de la misma, el control de calidad califica el estado y el tipo de especie.

La materia prima que se receipta es analizada por el departamento de control de calidad con el fin de determinar el grado de frescura, medir las bases totales volátiles nitrogenadas (B.T.V.N), factor prioritario para la obtención de producto de calidad. Posteriormente se vierte en 4 pozas de recepción (**Ver Imagen 5**), estas permiten procesar de manera independiente las distintas especies para conseguir la proteína y generar el tipo de lote.

Imagen 5. Descarga de materia prima en pozas.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Proceso de cocción

La planta harinera cuenta con cocedores directos con capacidad de 20TM/H e indirectos con capacidad de 30 y 40TM/H, primordialmente se emplea los cocedores indirectos (**Ver Imagen 6**), en los cuales el vapor no entra en contacto con la materia prima prevaleciendo así una cocción minuciosa, la alimentación del pescado a los cocedores se realiza por medio de transportadores y es sujetado a una fase térmica, el tiempo de cocción radica entre 12 a 20 minutos dependiendo de la velocidad de la cocina y la presión de vapor.

Imagen 6. Cocedores Indirectos



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

La finalidad del proceso es coagular la proteína en la materia seca y detener toda actividad enzimática y microbiológica presente en la fase de degradación del pescado, facultando a la separación de aceite inmerso en proporciones residuales viscosas.

Este excedente de agua viscosa presente en el pescado es drenado a la salida del cocedor por medio de un Prestrainer y este licor es conducido a un tanque colector.

Proceso de prensado

En este punto el pescado cocido es sometido a presión mecánica por medio de una prensa hidráulica (**Ver Imagen 7**), la masa cocida es estrechamente estrujada a presiones comprendidas entre 1500 a 3000 PSI, durante este proceso se obtiene la separación de la fase sólida (Torta de prensa) y la fase líquida (licor de prensa), este se filtra por las rejillas.

Imagen 7. Prensa Hidráulica



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Proceso de Secado

El secado de la torta Integral (Torta de Prensa, Concentrado y Sólidos de Separadora) se lo realiza en dos secadores:

SECADOR ROTADISCO. - La función de este secador es proporcionar para la siguiente fase de secado una masa homogénea y estable de la torta integral reduciendo los niveles de humedad a un 55% (**Ver Imagen 8**).

Imagen 8. Secador Rotadisco



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

SECADOR ROTATUBO STEAM DRY. - el secador Steam Dry (**Ver Imagen 9**) es el equipo encargado de reducir el 55% de humedad a rangos de calidad comprendidos entre el 8 y 10% con un tiempo aproximado de 40 minutos hasta la salida de la carga.

La temperatura de la caja de descarga a la salida del secador es de 85 - 120°C.

Imagen 9. Secador Rotatubo



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Enfriamiento de Harina al granel

Posterior al proceso de secado la harina sale del secador a alta temperatura, pero esta no puede ser envasada hasta ser enfriada a rangos inferiores a 40°C, un ventilador a la salida del secador conduce la harina hacia los ciclones (**Ver Imagen 10**) los cuales son los encargados de reducir la temperatura de la misma enfriándola.

Imagen 10. Ciclones de Harina



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Proceso de molienda

La harina al granel es enfriada y transportada por medio de gusanos helicoidales hacia 2 molinos compuestos de 108 martillos cada uno (**Ver Imagen 11**) donde se reduce el granel seco hasta darle la molienda respectiva y convertirla en harina pasando por una criba de 4mm.

Imagen 11. Molino de martillos



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Envasado de la Harina

La harina es conducida al ciclón de ensaque y posteriormente al llenado de la tolva (**Ver Imagen 12**), durante la descarga de la misma conforme avanza la harina por el transportador se añade antioxidante de manera pulverizada con rango específico entre 600 a 750 PPM.

La harina es pesada en sacos de polipropileno de 50Kg, se etiquetan y se cosen de forma manual, los sacos son estibados en pallets de 42 sacos cada uno.

Imagen 12. Tolva del Área de Ensaque



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Almacenamiento de la Harina

El producto es almacenado en las bodegas que están acondicionadas con capacidad y adecuada ventilación para un enfriamiento (**Ver Imagen 13**). El operador de montacargas se encarga de distribuir los pallets a la sección respectiva que se encuentra señalizada, revisando el orden de procesamiento de los lotes y la codificación respectiva.

Imagen 13. Bodega de Almacenamiento



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Distribución del Producto

Una vez que se genera la orden de compra por un lote con especificaciones requeridas por el cliente se realiza una certificación con un laboratorio externo evaluando un muestreo de la carga.

Los lotes son embarcados en contenedores de 35TM de capacidad que luego se trasladan vía terrestre hacia el puerto marítimo de Guayaquil con destino a países como: Chile, México, Colombia, Filipinas, Vietnam, Japón, Taiwán y China.

2.6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE Y SOLUBLE DE PESCADO.

A razón de que la materia prima está compuesta entre el 70 a 80% de agua y el proceso de elaboración de harina consiste en reducir esos niveles durante el proceso se generan grandes volúmenes con alto contenido orgánico de los cuales se recupera gran parte para aprovecharlos realizando lo siguiente:

Obtención del licor de prensa

Durante la tercera etapa del proceso de producción de harina de pescado del prensado se obtiene dos fases: la fase sólida y la fase acuosa, siendo esta última el licor de prensa que es bombeado a un tanque colector general para posteriormente alimentar a las decanter (**Ver Imagen 14**).

Imagen 14. Pozo recolector de licor



Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Separación de sólidos: Centrifuga Sedimentadora Decantadora

El licor de prensa debido al alto porcentaje de sólidos, agua y grasa que presenta requiere ser reducido al mínimo posible para aprovechar de forma eficiente gran parte del contenido, por ello se emplea el equipo decantador (**Ver Imagen 15**), esta es una centrífuga de eje horizontal el cual facilita la separación de dos fases: el sólido del líquido.

La fase en estado sólido denominada como sólidos de decanter retorna al sistema y se incorporan junto a la torta integral para posterior proceso de secado.

La fase líquida separada contiene en proporción niveles de agua y aceite.

Imagen 15. Decanter



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Separación de aceite: sedimentación centrífuga

El Licor de Decanter obtenido de la separación es bombeado a un tanque colector y precalentado a 95°C de temperatura con vapor indirecto de caldera favoreciendo a la separación de la fase acuosa y aceite al ingresar a la centrífuga vertical (**Ver Imagen 16**).

La función de la centrífuga es separar a altas velocidades el agua de cola y el aceite contenido en el licor de decanter, esto se da por la diferencia de densidades, dejando un aceite con una humedad inferior al 0,5% un agua de cola con baja grasa y pocos sólidos.

Imagen 16. Área de centrifugas



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Centrífuga Pulidora de Aceite

El aceite obtenido del proceso de centrifugación es enviado a la segunda etapa de clarificación, la pulidora de aceite es la encargada de reducir en parte los niveles de sólidos y agua presentes en el aceite con la finalidad de darle un mayor clarificado (**Ver Imagen 17**).

La pulidora operada de forma manual tiene un periodo límite de operación debido a la acumulación de sólidos en el interior del equipo y para ello requiere ser desarmada y limpiarse.

La pulidora automática tiene un periodo de lavado automático cada 30 minutos, no requiere ser desarmada para el lavado de los discos cónicos a razón de que realiza un disparo de carga con una duración aproximada de 3 minutos.

Imagen 17. Pulidora de Aceite



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Agua de Cola

El agua de cola obtenida del proceso de centrifugación una vez que se ha removido al mínimo gran parte de su contenido es bombeada hacia los tanques generales de la Planta Evaporadora. La porción de agua de cola constituye el 65% de la materia prima y contiene: sólidos, proteína disuelta, vitaminas, minerales y grasa (**Ver Imagen 18**).

Imagen 18. Contenido de agua cola



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Planta evaporadora de agua de cola

La planta evaporadora (**Ver Imagen 19**) consta de tres efectos evaporadores donde se elimina gran cantidad de agua de manera progresiva con la finalidad de recuperar gran parte de los sólidos presentes en el agua de cola haciendo una emulsión proteica denominada soluble de pescado cuya concentración máxima es de 45 ° Brix.

El concentrado o soluble de pescado en su mayor parte es incorporado junto a los sólidos de separadora y la torta de prensa conformando así una torta integral rica en soluble para su posterior secado.

Imagen 19. Planta Evaporadora de Agua Cola



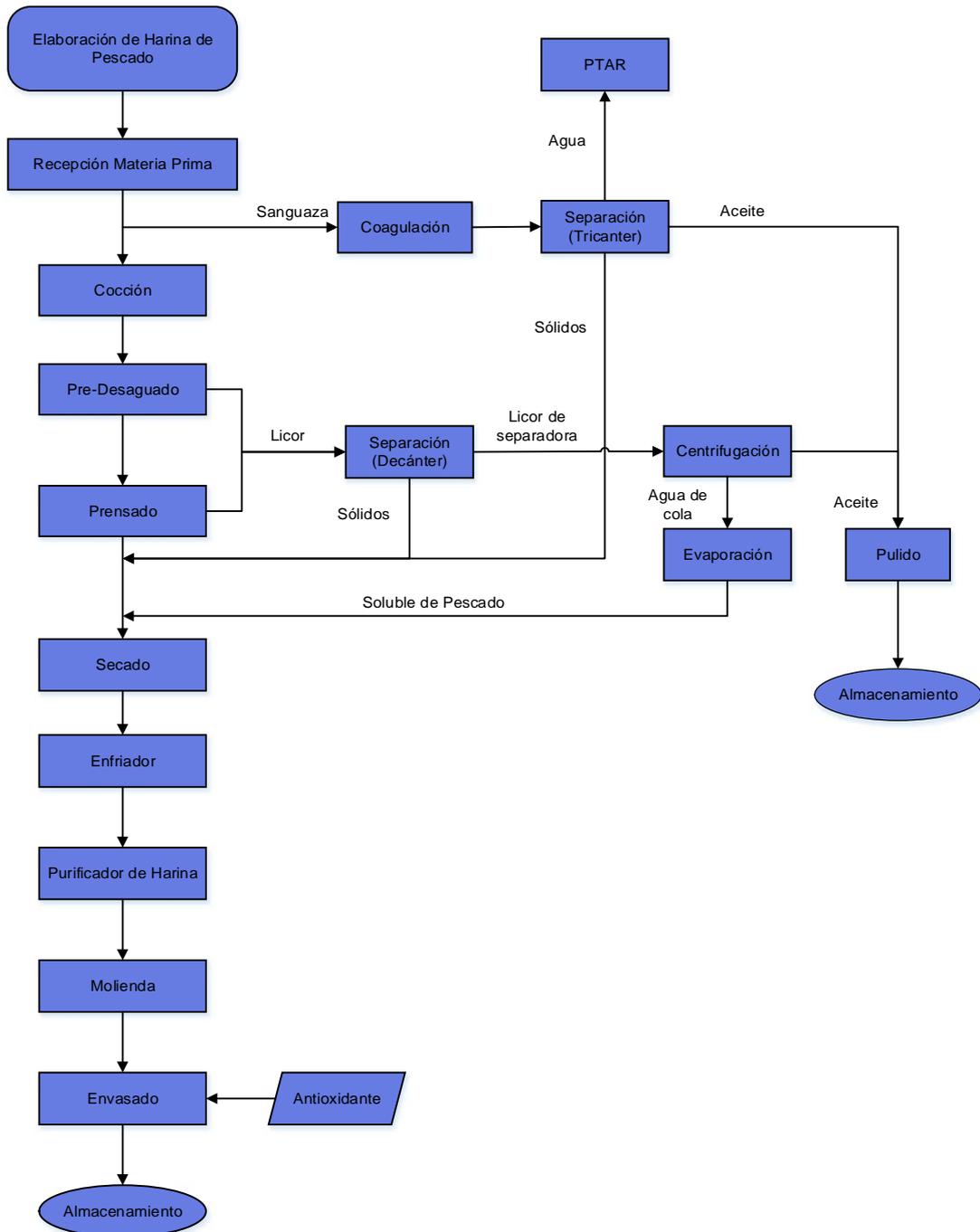
Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

La capacidad evaporativa de la planta evaporadora es de aproximadamente 25m³/h, este sistema se encuentra gobernado por un control automatizado y cualquier cambio en sus operaciones puede ser monitoreado y realizado desde el panel digital.

2.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

El siguiente diagrama de flujo de la empresa FORTIDEX S.A presenta de forma comprensible y ordenada cada uno de los procesos efectuados para la elaboración de harina, aceite y soluble de pescado (Ver Gráfico 3).

Gráfico 3. Proceso de Elaboración de Harina de Pescado.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

2.8. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA HARINERA FORTIDEX S.A

Industrial Harinera Fortidex S.A planta data de Posorja cuenta con cada una las siguientes áreas:

- Área de laboratorio
- Área Administrativa
- Área de producción
- Área de Mantenimiento
- Área de Pesaje
- Áreas de almacenamiento
- Área de recepción y despacho de combustible
- Área de Tratamiento de aguas residuales
- Área de bodega de materiales e insumos

La planta harinera se encuentra distribuida de acuerdo a la fluidez de la línea de producción, para ello se dispone de la perspectiva visual de cada uno de los equipos, departamentos y espacios afines del sistema productivo.

En el **Anexo N.-1** se muestra el plano de la planta en el cual se puede observar cada una de las áreas mencionadas, la disposición de equipos su distribución y la conformación del proceso de elaboración de la harina de pescado.

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA VINCULADA A LA CALIDAD

Por medio de la identificación y análisis de la problemática en su entorno relacionado a mejorar la calidad en el aceite de pescado, es de suma importancia evaluar la calidad mediante el análisis de la sistematización actual del proceso.

Para la supervisión del sistema de control de calidad y evaluación de la misma es indispensable el empleo de modelos basados en gran parte a herramientas estadísticas que permitan un enfoque hacia el proceso.

Por medio de la recopilación de los datos se logra diferenciar fluctuaciones y constatar fundamentos de medición que faculten acción correctiva de forma inmediata para la toma de decisiones de manera conjunta y controlada minimizando cada uno de los problemas.

En este capítulo se detallan a continuación las variables a considerar para el análisis de la producción de aceite de pescado, de modo que se siga un procedimiento de calidad continuo y sostenido.

3.1. RECONOCIMIENTO DE LAS VARIABLES DE CALIDAD EN MATERIA PRIMA.

La materia prima recibida directamente en la planta FORTIDEX no presenta una preservación adecuada, esta denota un grado de deterioro evidente debido a que parte del sistema o metodología de conservación de post captura de las embarcaciones no es la más óptima.

El estado acuoso en el que llega el pescado para su posterior descarga en las pozas de almacenamiento no es el adecuado al no pre desaguar parte del agua durante la descarga, este se acumula en las pozas generando un mayor volumen de efluente que faculta al deterioro y degradación de la especie (**Ver Imagen 20**) la misma que tiende a liberar ácido láctico en el transcurso de su reacción bacteriana, esta reacción incrementa el estado oxidativo de los lípidos presentes.

Imagen 20. Acumulación de pesca degradada en estado acuoso.



Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Para la evaluación de materia prima el método empleado es el análisis de Aminas - T.B.V.N (Bases Volátiles Totales Nitrogenadas), el cual permite evaluar el grado de deterioro (**Ver Tabla 6**) que sufre la materia prima debido a las condiciones percederas - reacción de la descomposición de la especie.

Tabla 6 Grado de frescura en materia prima TBVN.

<i>NIVEL</i>	<i>T.V.N (mg/100g)</i>
<i>Fresco</i>	25
<i>Frescura Media</i>	26-49
<i>Descomposición</i>	50

Fuente: F.A.O

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

El análisis respectivo de T.V.N de las especies que se recibe en la planta en promedio es de 40 mg/100g determina que las mismas no han sido bien preservadas y que la dureza del músculo de especie se va degradando a razón de su índice de frescura, esta se posiciona en nivel de frescura media cuando el ideal debe ser 25 mg/100g específicamente indicativo de una buena conservación de la pesca y que se ha reducido en parte su grado de descomposición.

Durante la fase de descomposición de la especie en transcurso del proceso de producción y debido a la acumulación de pesca en planta se produce una reacción bacteriana y liberación de ácido láctico en proporciones menores que luego se ligan a los lípidos liberados, este ácido láctico tiende a ocasionar un estado de oxidación en el aceite obtenido incrementando de forma minuciosa el índice de acidez.

El procesamiento de la materia prima recibida en estado de descomposición denota mala calidad en la producción del aceite de pescado dándole un estado maloliente llegando a elevar el contenido de azufre (Olor a rancio) y generando afectación en el valor económico del producto como a la posterior utilización del mismo.

Medición de pH: Los análisis basados en este principio proporcionan información de suma importancia de estado rigor mortis del músculo de pescado.

El ensayo realizado a muestras de especies recibidas en planta denotó niveles inferiores en rangos de pH 6 – 5,6 bajas acideces donde se produce liberación de enzimas del tejido (ácido láctico) la cual reduce carga en la proteína muscular y la capacidad de enlazar agua además

de ligarse a los lípidos causando oxidación. La medición de pH ideal debe ser neutral con un valor de 7.

3.2. RECONOCIMIENTO DE LAS VARIABLES DE CALIDAD EN EL PROCESO.

Durante el proceso de obtención de aceite se considera la operación y monitoreo secuencial de 3 etapas para evaluación constante del proceso productivo continuo.

- ❖ Decantación
- ❖ Centrifugación
- ❖ Pulido del Aceite

Durante el análisis de las etapas de proceso se evidenció que el sistema actual presenta deficiencia en el sistema de decantación y clarificación.

Las tuberías y el sistema general en gran parte son de material de hierro el cual se encuentra corroído internamente y no es el ideal para este tipo de trabajo, en consecuencia la oxidación del aceite de pescado se amplifica en medida al compuesto de hierro presente en la línea de proceso, los equipos de planta presentan un desgaste en sus piezas, (**Ver Imagen 21**) su autonomía de trabajo no supera el 75% de eficiencia además de no ser equipos de vanguardia y que sus mantenimientos no conllevan un sistema programado.

Imagen 21. Desgaste de tornillo sin fin del equipo decanter.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Se evidencia cambios de bandas por daños o desgaste de las mismas de forma concurrente, los accesorios para el monitoreo se dañaban muy a menudo debido a la mala ubicación y no son cambiados (**Ver Imagen 22**), durante el proceso los operadores tan solo se basan en la lectura de los sensores pt-100 que notoriamente no registran calibración o verificación respectiva lo cual denota una medición inadecuada a razón del desconocimiento del estatus de estos y a su grado de incertidumbre en proceso ocasionando fluctuaciones.

Imagen 22. Termómetro dañado y bandas fisuradas.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Se evidenció que en el proceso de lavado íntegro del tanque colector en los equipos de decantación y clarificación se emplea soda cáustica en escamas que son diluidas en parte de agua para la remoción de grasas adheridas a las paredes (**Ver Imagen 23**), se realiza dicha solución sin conocer su grado de concentración para lo cual, si el lavado de las superficie no ha sido de manera ideal puede ser factor de contaminación por trazas de producto químico corrosivo en la línea de proceso, obteniendo un producto insano y fuera de especificaciones de calidad.

Imagen 23. Purgado de soda - lavado de equipos.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Una desventaja de la centrífuga múltiple en cuanto a descarga de sólidos y su mantenimiento respectivo durante proceso resulta difícil, el equipo no permite un lavado íntegro de la torta de sólidos que se adhieren a las paredes del cilindro para lo cual requiere ser desmantelado y lavado manualmente (**Ver Imagen 24**).

Imagen 24. Mantenimiento y Limpieza de Sólidos en centrífuga.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Línea de Proceso

Notablemente gran parte de los licores obtenidos después del proceso de cocción en el equipo pre-desaguador y estrujado mecanizado en prensa contienen niveles excedentes de sólidos insolubles, restos cocidos de pescado y huesillos que se filtraron en conjunto con el licor.

Cuando la materia prima está completamente degradada al contacto excesivo de temperatura en los cocedores se convierte en una masa acuosa ocasionando una filtración excesiva de sólidos por los pre-desaguadores y prensas (**Ver Imagen 25**). Las características biológicas del licor obtenido en el tamaño de las partículas, la forma y cantidades presentes hacen del licor un fluido muy viscoso que sobrepasa el rango de operación del sistema de bombeo causando un taponamiento y parada del motor del pozo colector de licores, esto conlleva a un rebosamiento y a la parada de los equipos.

Imagen 25. Masa acuosa de pescado cocido.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Debido También al alto contenido orgánico presente en los líquidos provenientes de los efluentes generados por pescado (**Ver Imagen 26**) del cual se recupera parte de aceite y sólidos este compuesto de agua sangre, residuos pequeños de pescado, lodos y sales que son acumulados en pozos colectores para su posterior bombeo hacia el tanque de sanguaza tienden a degradarse rápidamente emanando olores no agradables, durante su procesamiento inadecuado en el tratamiento térmico y poco tiempo de reacción no facilita la eliminación de su olor putrefacto lo que facilita un estado oxidativo y olor no característico en el aceite de pescado degradando su valor.

Imagen 26. Efluentes generados por pescado



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

El promedio de sólidos totales en licores es del 25% y se encuentra por fuera del rango permisible, este nivel ocasiona una deficiencia en la etapa de decantación debido a que el excedente en gran parte del fluido tiende a ligarse a las paredes del tambor rotatorio del equipo, la masa de materia sólida en mayor volumen en el interior ocasionan un arrastre durante la descarga con un valor >65% humedad en la torta de separadora , arrastre de aceite, en taponamiento a la salida de expulsión del tornillo sin fin por sobrecarga.

Para constatar la eficiencia de decantación los sólidos descargados deben tener los siguientes parámetros (**Ver Tabla 7**)

Tabla 7 Parámetro eficiente en equipo decanter.

ETAPA DE SEPARACIÓN

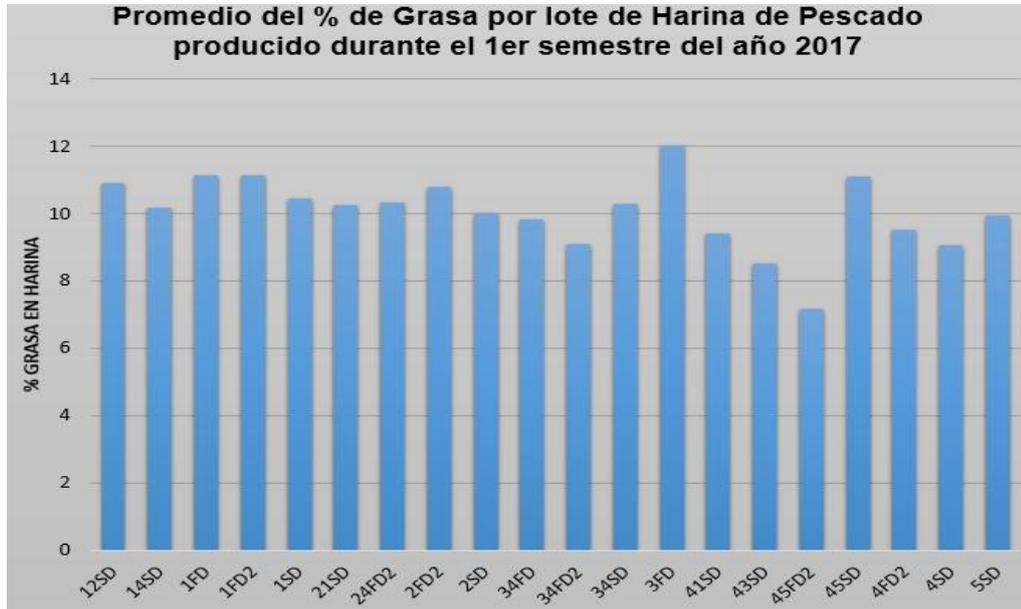
Grasa sólidos de separadora	2%
Humedad en sólidos	65%

Fuente: Flottweg, Rangos de Operación de Equipos Decanter.

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Durante el primer semestre los lotes de harina producidos en el año 2017 denotan un retorno de gran parte de aceite en los sólidos de separadora, esto es evidente al momento de evaluar el porcentaje de grasa en la materia seca (**Ver Gráfico 4**), por lo general cuando el sistema de decantación y el prensado mecánico opera de manera óptima el porcentaje de aceite se refleja con niveles inferiores al 8%.

Gráfico 4. Porcentaje alto de grasa en Harina de pescado.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

La inestabilidad en el proceso de separación de las fases durante la centrifugación ejercida por los equipos se debe en parte a los cambios de temperatura del flujo de alimentación cuando se encuentra por debajo de los niveles óptimos, dando como resultado una sedimentación de sólidos más lenta por la variación de la viscosidad del fluido.

Esta separación ineficiente del equipo decanter fuerza a las centrifugas a separar gran parte los sólidos presentes, las partículas sólidas con remanente de aceite expuestas al calor se adhieren a las paredes del tambor rotario y a las paredes de las centrifugas en un lapso de tiempo ocasionando que se produzca arrastre de sólidos en parte del aceite extraído (**Ver Imagen 27**).

Imagen 27. Presencia de impurezas en aceite de centrifuga.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

La presencia de sólidos en el aceite obtenido de la centrifuga afectan la siguiente etapa de pulido, en un periodo continuo la autonomía del equipo pulidor se reduce a razón de la acumulación de impurezas en el interior, principalmente trazas de sólidos suspendidos en aceite de pescado que se sedimentan a altas revoluciones y se adhieren a las paredes de los platos cónicos del equipo, durante el proceso de pulido la acumulación de sólidos es deficiente, llegando a reducir la calidad del producto debido a las impurezas.

Parámetros de medición ideal de las fases en la operación de los equipos de clarificación durante el proceso de obtención de aceite (**Ver Tabla 8**).

Tabla 8 Parámetros ideales de las fases a la salida de cada etapa.

ETAPA	MEDICIÓN	Sólidos	Agua	Grasa	Acidez	Temperatura
		%	%	%	%	° C
	Licor de Prensa	20	>	>	-	90-95
	Decantación	5	95	>	-	90-95
	Centrifugación	5	95	0	%	90-95
	Pulido	0,5	0,5	-	%	80-85

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Se constató que el proceso de obtención de aceite de pescado durante la fase de separación y clarificación se ve afectado por los siguientes factores: daño en equipos, niveles de temperatura fuera de los parámetros de operación, disminución de revoluciones del diferencial de los equipos, flujo excesivo de alimentación, exceso de sólidos y en gran parte a los efluentes de pescado.

3.3. RECONOCIMIENTO DE LAS VARIABLES DE CALIDAD EN EL ACEITE DE PESCADO

Debido a los factores que actúan en el aceite de pescado posterior al proceso de obtención, una parte de los sólidos y la humedad presente en el aceite que no son eliminados totalmente ocasionan una acumulación de sedimentos en el fondo de los tanques de almacenamiento que si no son extraídos tienden a generar estado de oxidación incrementando el índice de acidez (**Ver Imagen 28**).

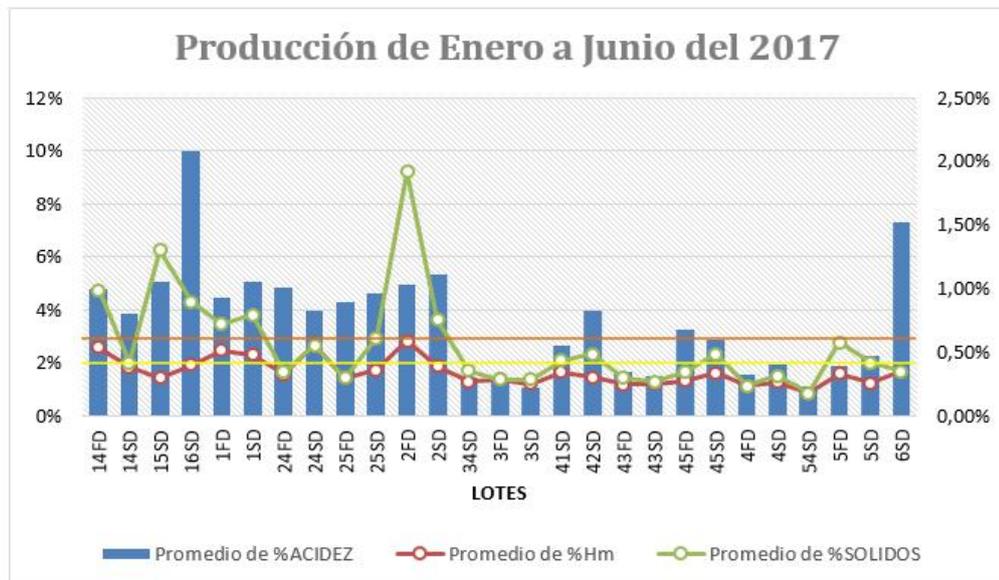
Imagen 28. Sedimentos en fondo de tanques de almacenamiento.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

La calidad de aceite de pescado durante la producción del primer semestre del año 2017 denota un comportamiento inestable, el 60% de los resultados promedio supera el 3% del índice de acidez (**Ver Gráfico 5**). El grado de calidad del aceite actual no garantiza que se esté efectuando una adecuada operación del sistema de decantación.

Gráfico 5. Índice de Acidez producción semestral año 2017.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

El aceite obtenido durante el lapso de almacenamiento hasta su fecha de exportación tiende a solidificarse y formar cristales granulosos de aceite (estearinas) en ocasiones con un porcentaje del 40%.

La formación de estearina suele confundirse con sedimentación de sólidos, denotarla requiere un análisis de laboratorio el cual si evidencia presencia de humedad por encima de lo especificado es un indicativo que es mucilago (conformación de masa sólida de grasa).

El aceite de pescado pelágico debe cumplir las especificaciones organolépticas y químicas recomendadas en si como factores de la calidad **(Ver Tabla 9)**.

Tabla 9 Especificaciones de calidad en aceite de pescado.

<i>Olor</i>	Característico
<i>Color</i>	De amarillento oscuro a Marrón
<i>AGL % Máx.</i>	3
<i>Humedad % Máx.</i>	1
<i>Sólidos % Máx.</i>	0,5
<i>Índice de peróxido Máx.</i>	10 m/Kg
<i>Estearinas (a 25°C) % Máx.</i>	10

Fuente: F.A.O

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

3.4. Empleo de la gráfica de control Shewhart

Por medio de la gráfica de control Shewhart se puede monitorear, controlar, verificar y mejorar los cambios que se dan durante el tiempo de proceso concentrando el comportamiento y sus variaciones. La inspección realizada durante el proceso faculta la detección de modelos de distribución normal en el transcurso de periodos determinados.

Esta metodología de control estadístico permite diferenciar las causas más comunes o especiales que originan una variación en un proceso con la finalidad de mejorar, hacerlo previsible y uniforme, obteniendo un estándar de mayor calidad y proporcionando un buen rendimiento del proceso.

Este tipo de lenguaje estadístico permite reconocer de forma sencilla las fuentes que ocasionan dicha variación en puntos de estudio determinados por límites de control y a su vez establecer cada una de las acciones correctivas al momento de presentarse las variaciones.

La característica en estudio es el índice de acidez del aceite de pescado, para ser un producto de calidad y de mayor expectativa para el cliente este no debe sobrepasar la especificación del 3% de acidez.

La aplicación de esta herramienta se centra en el control continuo para la evaluación de la calidad del aceite de pescado y minimizar la no uniformidad logrando cumplir cada uno de los parámetros específicos para su posterior comercialización.

Para la construcción de las gráficas de control se empleó la información del monitoreo de los equipos clarificadores (centrifuga y pulidora) donde a continuación se presentan una serie de tablas y gráficos que muestran el porcentaje de acidez detectado en el aceite durante 4 días consecutivos en el proceso de transformación de la materia prima en el cual se denota la variabilidad.

Reporte de control del aceite de pescado de la producción del día 9 de Julio del 2017 del cual se supervisa los parámetros de Acidez, Humedad y Sólidos presentes en la muestra de aceite de pescado tomadas a la salida de los equipos centrifuga y pulidora en lapsos de tiempo de 1 hora (**Ver Tabla 10**).

Tabla 10 Datos del registro Control de Aceite de Pescado #1

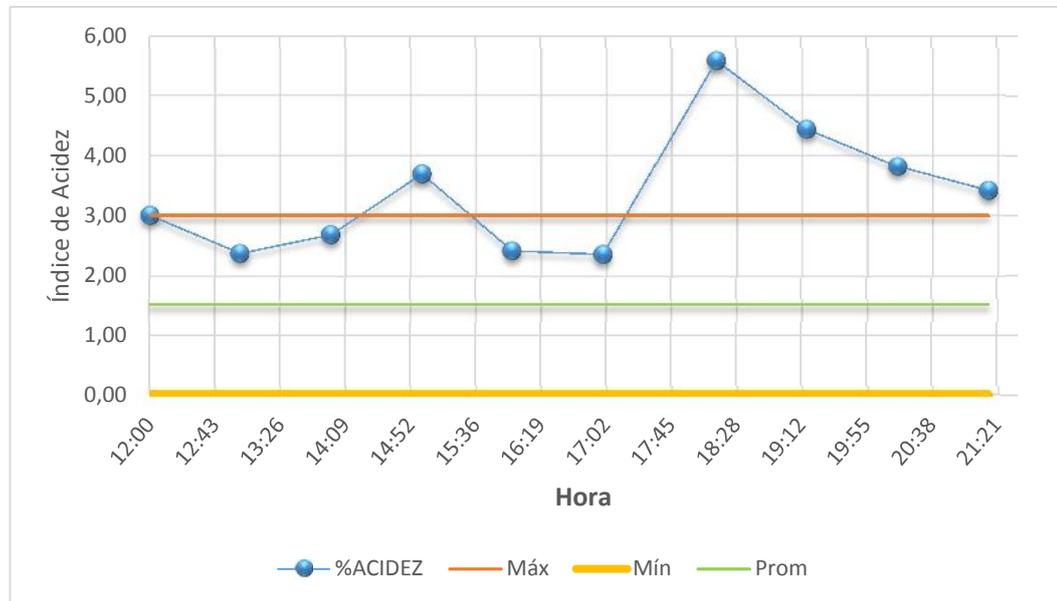
PRODUCCIÓN DEL 9/07/2017

HORA	Materia Prima Procesada	CENTRÍFUGAS			PULIDORA			
		ACEITES			ACEITES			
	Especie	%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	TANQUE
12:00	Chuhueco	3,06	0,51	0,5	3,01	0,23	0,1	3
13:00	Chuhueco	2,44	0,39	0,3	2,38	0,39	0,1	3
14:00	Chuhueco	2,75	0,45	0,6	2,69	0,31	0	3
15:00	Chuhueco	3,64	0,34	0,5	3,69	0,28	0	3
16:00	Chuhueco	2,03	0,42	0,8	2,42	0,33	0,3	3
17:00	Chuhueco	2,38	0,38	0,4	2,36	0,3	0	3
18:15	Chuhueco	5,42	0,47	1	5,57	0,35	0,5	6
19:15	Chuhueco	4,7	0,44	0,5	4,44	0,32	0	6
20:15	Chuhueco	3,89	0,42	0,3	3,82	0,3	0	6
21:15	Chuhueco	3,42	0,52	0,5	3,42	0,32	0,1	6

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Ilustración de la carta de control #1 de la producción del 9 de Julio del 2017 la cual denota variabilidad en el índice de acidez del aceite de pescado obtenido posterior a la última etapa de clarificado (**Ver Gráfico 6**).

Gráfico 6. Carta de Control #1



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Interpretación: Durante la producción del día 9/07/2017 se observa variación de 5 puntos por encima del límite de control superior las cuales tuvieron desajuste en las siguientes horas: 15:00 pm; 18:15pm; 19:15pm; 20:15 pm; 21:15 pm, por excedente de sólidos en centrifugas se procede al encendido de equipo tricanter. La inestabilidad durante el proceso generó un mayor volumen de aceite fuera de parámetros.

Reporte de control del aceite de pescado de la producción del día 10 de Julio del 2017 del cual se supervisa los parámetros de Acidez, Humedad y Sólidos presentes en la muestra de aceite de pescado tomada a la salida de los equipos centrifuga y pulidora en lapsos de tiempo de 1 hora (**Ver Tabla 11**).

Tabla 11 Datos del registro Control de Aceite de Pescado #2

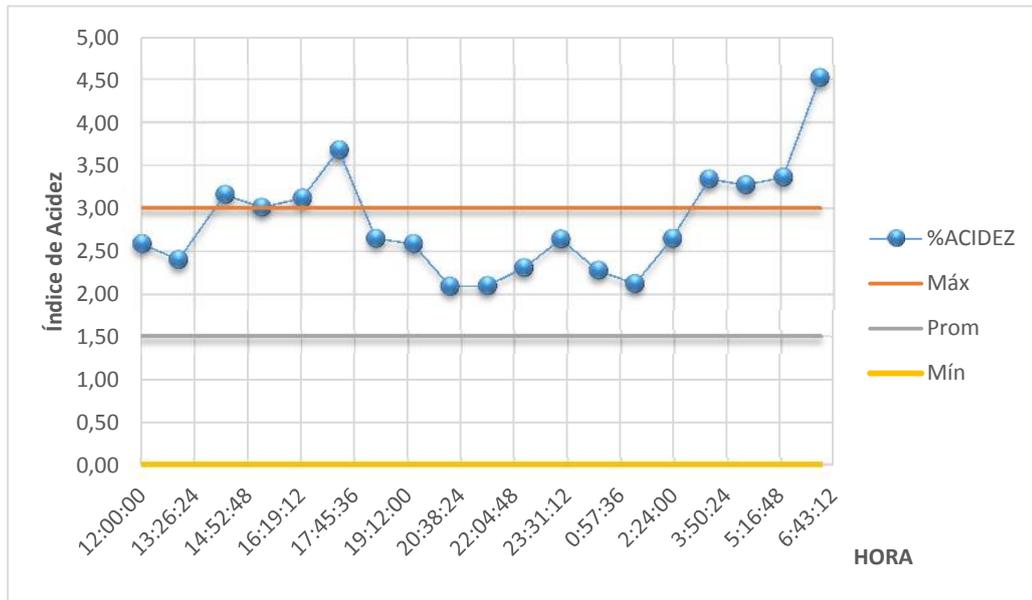
Producción del 10/07/2017

HORA	Materia Prima Procesada Especie	CENTRÍFUGAS			PULIDORA			
		ACEITES			ACEITES			
		%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	TANQUE
12:00	Chuhueco	2,39	0,35	0,5	2,59	0,26	0,1	6
13:00	Chuhueco	2,42	0,38	0,5	2,4	0,28	0,1	6
14:15	Chuhueco	3,18	0,38	0,4	3,16	0,29	0	6
15:15	Chuhueco	2,98	0,42	0,8	3,01	0,34	0,3	6
16:20	Chuhueco	3,14	0,39	0,4	3,12	0,3	0,1	4
17:20	Chuhueco	3,66	0,33	0,4	3,68	0,21	0,2	4
18:20	Chuhueco	2,84	0,36	0,4	2,65	0,34	0,2	4
19:20	Chuhueco-Bagre(h)	2,61	0,45	0,3	2,59	0,45	0,2	4
20:20	Chuhueco-Bagre(h)	2,28	0,36	0,4	2,09	0,3	0,1	4
21:20	Chuhueco-Bagre(h)	2,08	0,22	0,2	2,1	0,19	0	4
22:20	Chuhueco-Bagre(h)	2,12	0,33	0,3	2,31	0,27	0	4
23:20	Chuhueco	2,56	0,28	0,2	2,64	0,24	0	4
0:20	Chuhueco	2,18	0,21	0,2	2,28	0,24	0,1	4
1:20	Chuhueco	2,03	0,2	0,4	2,12	0,2	0	3
2:20	Chuhueco	2,59	0,33	0,3	2,65	0,23	0	3
3:20	Chuhueco	3,02	0,13	0,3	3,34	0,17	0	3
4:20	Chuhueco	2,98	0,21	0,2	3,27	0,21	0	3
5:20	Chuhueco+Sub Tilapia	3,41	0,17	0,3	3,36	0,29	0	3
6:20	Atún-Sub Tilapia + Lodo	4,4	0,29	0,5	4,52	0,24	0,1	3

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Ilustración de la carta de control #2 de la producción del 10 de Julio del 2017 la cual denota variabilidad en el índice de acidez del aceite de pescado obtenido posterior a la última etapa de clarificado (**Ver Gráfico 7**).

Gráfico 7. Carta de Control #2



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Interpretación: Durante la producción del día 10/07/2017 se muestra variación de 7 puntos por encima del límite de control superior las cuales tuvieron desajuste en las siguientes horas: 14:15 pm; 16:20pm; 19:20pm; 3:20 am; 4:20am; 5:20 am; 6:20am por la baja eficiencia de separación de sólidos del equipo decanter y la descomposición de la especie.

Reporte de control del aceite de pescado de la producción del día 11 de Julio del 2017 del cual se supervisa los parámetros de Acidez, Humedad y Sólidos presentes en la muestra de aceite de pescado tomada a la salida de los equipos centrifuga y pulidora en lapsos de tiempo de 1 hora (**Ver Tabla 12**).

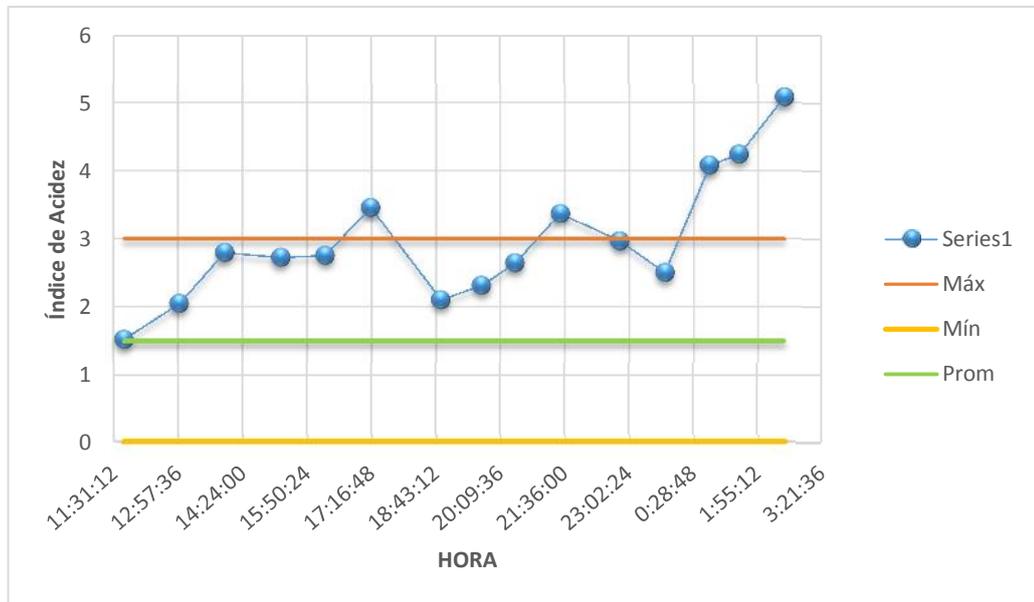
Tabla 12 Datos del registro Control de Aceite de Pescado #3
PRODUCCIÓN DEL 11/07/2017

HORA	Materia Prima Procesada Especie	CENTRÍFUGAS			PULIDORA			TANQUE
		%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	
11:45	Morenillo-Botella(s)	1,52	0,71	0,5	1,52	0,31	0,1	3
13:00	Chuhueco	2	0,47	0,6	2,05	0,39	0	3
14:00	Chuhueco	2,8	0,33	0,5	2,79	0,24	0	3
15:15	Chuhueco	2,72	0,49	2	2,72	0,45	1	1
16:15	Chuhueco	2,76	0,47	0,5	2,75	0,34	0,1	1
17:15	Chuhueco	3,64	0,4	0,5	3,46	0,21	0	1
18:50	Chuhueco	2,08	0,22	0,2	2,1	0,19	0	1
19:45	Chuhueco-Morenillo	2,12	0,33	0,3	2,31	0,27	0	1
20:30	Chuhueco	2,56	0,28	0,2	2,64	0,24	0	1
21:30	Chuhueco	3,06	0,33	0,3	3,37	0,43	0	1
22:50	Chuhueco	2,89	0,15	0,3	2,96	0,19	0	1
23:50	Chuhueco	2,2	0,22	0,2	2,5	0,18	0	1
0:50	Chuhueco-Sub tilapia	4,2	0,31	0,3	4,08	0,19	0,1	1
1:30	Chuhueco+ Lodo tilapia	4,69	0,33	0,4	4,24	0,21	0,1	1
2:30	Chuhueco-Scrap de Atún	5,31	0,45	0,6	5,08	0,38	0,2	1

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Ilustración de la carta de control #3 de la producción del 11 de Julio del 2017 la cual denota variabilidad en el índice de acidez del aceite de pescado obtenido posterior a la última etapa de clarificado (**Ver Gráfico 8**).

Gráfico 8. Carta de Control #3



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Interpretación: Durante la producción del día 11/07/2017 se muestra variación de 5 puntos por encima del límite de control superior las cuales tuvieron desajuste en las siguientes horas: 17:15 pm; 21:30pm; 0:50am; 1:30 am; 2:30am, por excedente de sólidos en centrifugas se procede al encendido de equipo tricanter, la variabilidad es creciente en mayor proporción durante el proceso de lodos.

Reporte de control del aceite de pescado de la producción del día 12 de Julio del 2017 del cual se supervisa los parámetros de Acidez, Humedad y Sólidos presentes en la muestra de aceite de pescado tomada a la salida de los equipos centrifuga y pulidora en lapsos de tiempo de 1 hora (**Ver Tabla 13**).

Tabla 13 Datos del registro Control de Aceite de Pescado #4

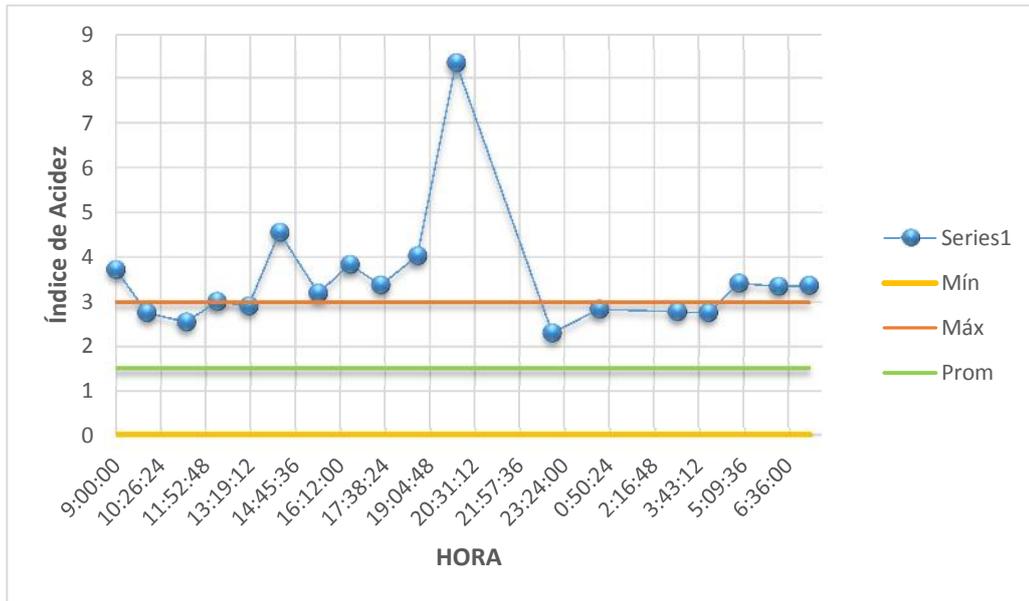
Producción del 12/07/2017

HORA	Materia Prima Procesada	CENTRÍFUGAS			PULIDORA			
		ACEITES			ACEITES			
	Especie	%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	%ACIDEZ	%Hm	%SÓLIDO	TANQUE
9:00	Chuhueco	3,76	0,38	0,5	3,72	0,37	0	2
10:00	Chuhueco	2,78	0,34	0,3	2,76	0,28	0	2
11:15	Chuhueco	2,58	0,35	0,4	2,55	0,26	0,1	2
12:15	Chuhueco	3,04	0,36	0,4	3,01	0,3	0	5
13:15	Chuhueco	2,81	0,35	0,6	2,91	0,27	0	3
14:15	Chuhueco	4,55	0,36	0,1	4,55	0,33	0	3
15:30	Chuhueco	3,25	0,35	0,6	3,2	0,3	0,2	3
16:30	Chuhueco	3,92	0,35	0,8	3,84	0,35	0,5	3
17:30	Chuhueco	3,45	0,38	1	3,38	0,28	0,2	3
18:40	Chuhueco-Morenillo	4,23	0,28	0,8	4,03	0,26	0,3	3
19:55	Chuhueco+Sub+lodo	10,15	0,25	1	8,34	0,38	0,5	3
23:00	Chuhueco	2,26	0,24	0,4	2,31	0,25	0,2	1
0:30	Chuhueco-Botella(sp)	2,79	0,15	0,3	2,84	0,1	0,1	1
3:00	Chuhueco+Sub+lodo	2,72	0,21	0,3	2,78	0,21	0,2	1
4:00	Chuhueco	2,76	0,28	0,2	2,76	0,33	0,1	1
5:00	Chuhueco	3,39	0,19	0,3	3,42	0,21	0	1
6:15	Chuhueco	3,41	0,28	0,2	3,35	0,24	0	1
7:15	Chuhueco	3,06	0,33	0,3	3,37	0,43	0	1

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Ilustración de la carta de control #4 de la producción del 12 de Julio del 2017 la cual denota variabilidad en el índice de acidez del aceite de pescado obtenido posterior a la última etapa de clarificado (**Ver Gráfico 9**).

Gráfico 9. Carta de Control #4



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Interpretación: Durante la producción del día 12/07/2017 se muestra variación de 11 puntos por encima del límite de control superior las cuales tuvieron desajuste en las siguientes horas: 9:00 pm; 14:15pm; 19:15pm; 15:30 pm; 16:30 pm; 17:30pm; 18:40pm; 19:55pm; 5:00am; 6:15am; 7:15 am, el proceso es inestable, el valor de acidez es mayor a los establecidos y la materia prima se encontraba en mal estado.

3.5. ESTUDIO INVESTIGATIVO

Se basa en evidenciar, determinar y analizar la información de datos de manera que se consense cada uno de los factores que afectan al sistema de decantación en el proceso de obtención de aceite de pescado de calidad.

3.5.1. ENCUESTA

Objetivo:

Efectuar encuesta a los trabajadores de campo con el fin de llegar a consolidar cada punto de información que permita determinar factores atribuidos a la baja calidad del aceite de pescado durante su proceso de obtención.

3.5.2. POBLACIÓN OBJETIVO.

La población objetivo a la que estuvo dirigida la encuesta fue a cada uno de los operadores, analistas de calidad, quienes efectúan acciones en coordinación con supervisores durante el proceso de producción de harina y aceite de pescado. EL grupo estuvo conformado por 18 operadores, 3 supervisores y 3 analistas de calidad.

El formato del cuestionario se encuentra en el **ANEXO N.-2**

3.5.3. ANÁLISIS.

Obtenida la información esta es clasificada y reagrupada de forma seccionada de manera que permita la visualización representativa de cada uno de los resultados.

A continuación, se detallan cada una de las preguntas y su resultado en representación gráfica.

Pregunta N°1. ¿Las condiciones en la cual llega la materia prima son las adecuadas?

- a) Si
- b) No
- c) A veces

La **tabla 14** muestra que 14 personas consideran que las condiciones en la que llega la materia prima no son las adecuadas y representa el 58% de la población encuestada.

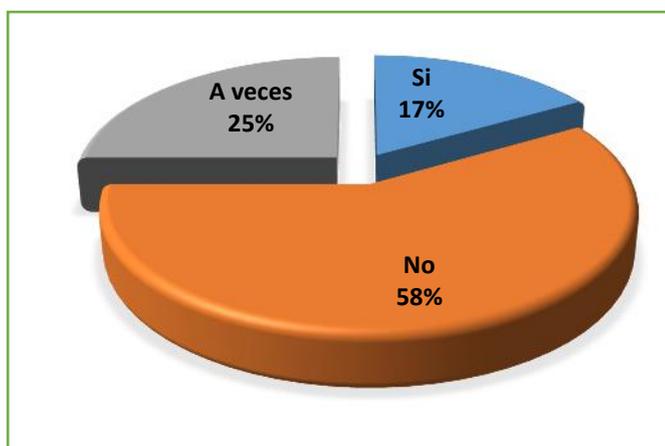
Tabla 14 Condiciones adecuadas de materia prima

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	4	17%
NO	14	58%
A VECES	6	25%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 10. Condiciones adecuadas de materia prima



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 58% de la población encuestada niega que la materia prima llegue en buenas condiciones, un 17% que sí y un 25% a veces. Esto se debe a que hay una variación de la pesca entre barcos con cámara de frío y sin cámara de frío.

Pregunta N°2. ¿El grado de frescura en materia prima condiciona la calidad del aceite de pescado?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

La **tabla 15** muestra que 9 personas desconocen si el grado de frescura de la materia prima condiciona calidad en el aceite de pescado y representa el 38% de la población encuestada.

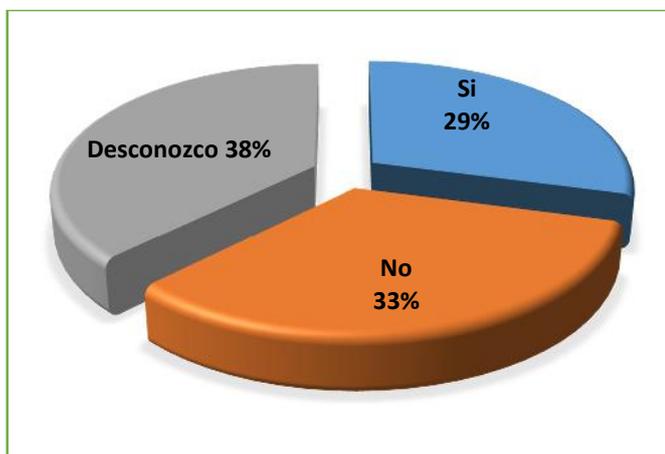
Tabla 15 Frescura de materia prima condiciona calidad del aceite

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	7	29%
NO	8	33%
DESCONOZCO	9	38%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 11. Frescura de materia prima condiciona calidad del aceite.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 33% de la población encuestada niega que la materia prima condiciona la calidad del aceite, un 29% afirma que entre mayor frescura mayor será la calidad y un 38% desconoce porque no sabe cuáles son las especificaciones de calidad.

Pregunta N°3. ¿Tiene conocimiento de cómo es el proceso de obtención de aceite y sus puntos de control?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

La **tabla 16** muestra que 10 personas desconocen en si como es el proceso de obtención de aceite y sus puntos de control, esto representa el 42% de la población encuestada.

Tabla 16. Frescura de materia prima condiciona calidad del aceite.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	6	25%
NO	18	75%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 12. Conocimiento de puntos de control en proceso.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 75% de la población encuestada no conoce en si el proceso de obtención de aceite ni sus puntos de control, el 25% afirma que si conoce el proceso porque realizan análisis.

Pregunta N°4. ¿Los bajos niveles de temperatura influyen en el proceso de separación?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

La **tabla 17** muestra que 12 personas desconocen si la temperatura influye en el proceso de separación y representa el 50% de la población encuestada.

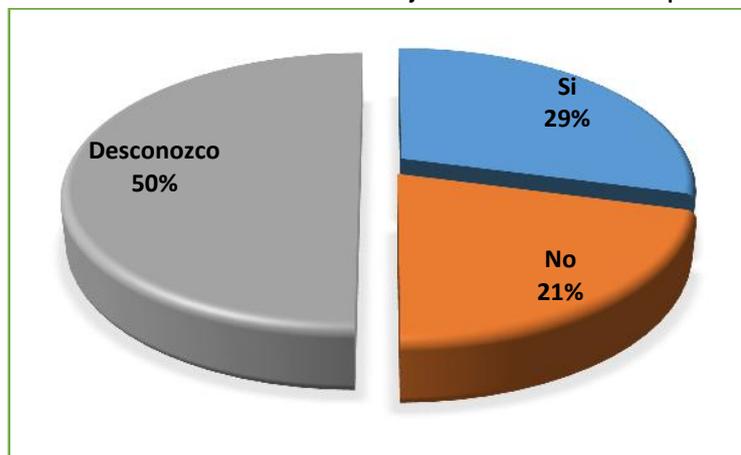
Tabla 17 Influencia de los bajos niveles de temperatura.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	7	29%
NO	5	21%
DESCONOZCO	12	50%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 13. Influencia de los bajos niveles de temperatura.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 50% de la población encuestada desconoce en si cómo puede afectar la temperatura en el proceso, el 29% afirma que la temperatura influye si no se mantiene dentro de los rangos específicos y el 21% niega que no influye la temperatura debido a que la demanda de vapor es constante.

Pregunta N°5. ¿La falta de limpieza o mantenimiento puede afectar al sistema decanter durante la separación de fases?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

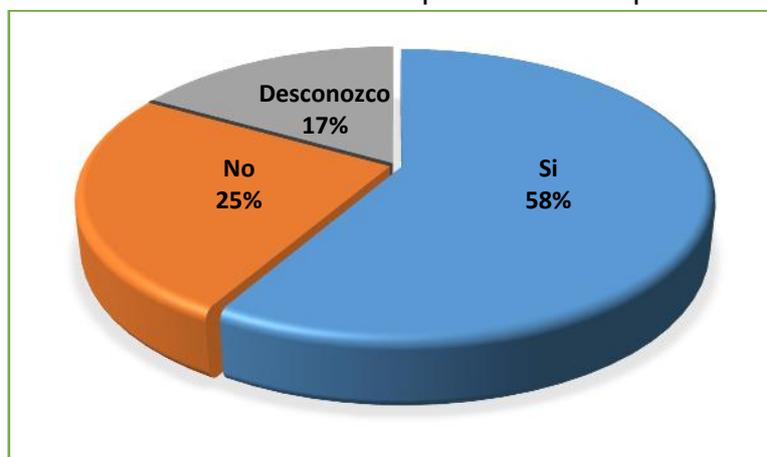
La **tabla 18** muestra que 14 personas afirman que la falta de limpieza y mantenimiento afecta al sistema decanter y representa el 58% de la población encuestada.

Tabla 18 Afectación por falta de limpieza

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	14	58%
NO	6	25%
DESCONOZCO	4	17%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 14. Afectación por falta de limpieza



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 58% de la población encuestada afirma que la falta de limpieza en equipos ocasiona desgaste y acumulación de sólidos reduciendo su eficiencia, el 25% niega que afecte a la separación porque siempre es alimentado con flujo caliente y el 17% que desconoce lo que ocasiona la falta de limpieza o mantenimiento en el equipo durante el proceso.

Pregunta N°6. ¿El excedente de sólidos en las centrifugas puede afectar la calidad del aceite?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

La **tabla 19** muestra que 9 personas niegan que los excedentes de sólidos en las centrifugas puedan afectar la calidad del aceite y representa el 38% de la población encuestada.

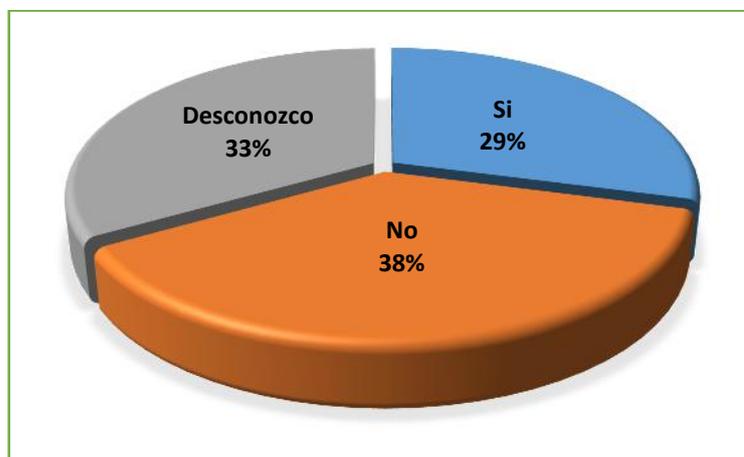
Tabla 19 Excedente de sólidos afecta la calidad del aceite.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	7	29%
NO	9	38%
DESCONOZCO	8	33%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 15. Excedente de sólidos afecta la calidad del aceite.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 38% de la población encuestada niega que el excedente de sólidos afecta la calidad del aceite, el 29% afirma que si afecta porque al acumularse de a poco se generaría una masa compacta y el 33% que desconoce la reacción del proceso y no sabe la teoría.

Pregunta N°7. ¿Se debe reprocesar los sedimentos (Borra) extraídos del fondo de los tanques de almacenamiento durante su limpieza?

- a) Si
- b) No

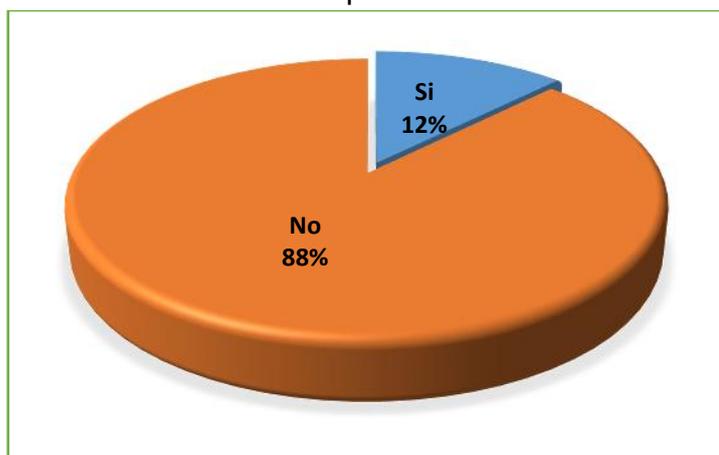
La **tabla 20** muestra que 21 personas no están de acuerdo que se debe reprocesar los sedimentos extraídos de la limpieza de tanques de aceite y representa el 88% de la población encuestada.

Tabla 20 Reproceso de Borra.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	3	13%
NO	21	88%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 16. Reproceso de Borra.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 88% de la población encuestada niega que se debe reprocesar la borra porque eso es una masa pegajosa que puede volver a solidificarse cuando se enfríe, este se debe vender o desechar y el 12% afirma que se debe reprocesar para recuperarlo.

Pregunta N°8. ¿Considera usted que si se procesa de forma independiente la sanguaza mejoraría la calidad del aceite de Pescado?

- a) Si
- b) No

La **tabla 21** muestra que 23 personas afirman que se debe procesar de forma independiente la sanguaza para evitar dañar el aceite y representa el 88% de la población encuestada.

Tabla 21 Procesamiento de sanguaza de forma independiente

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	23	96%
NO	1	4%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 17. Procesamiento de sanguaza de forma independiente.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 96% de la población encuestada afirma que se debe procesar de manera independiente para no dejar ese olor putrefacto en el aceite y mucho menos que le cambie el color, el 4% niega que se debe procesar por separado porque generaría una demora más.

Pregunta N°9. ¿Es necesario la implementación de equipos para mejora del sistema de obtención de aceite?

- a) Si
- b) No

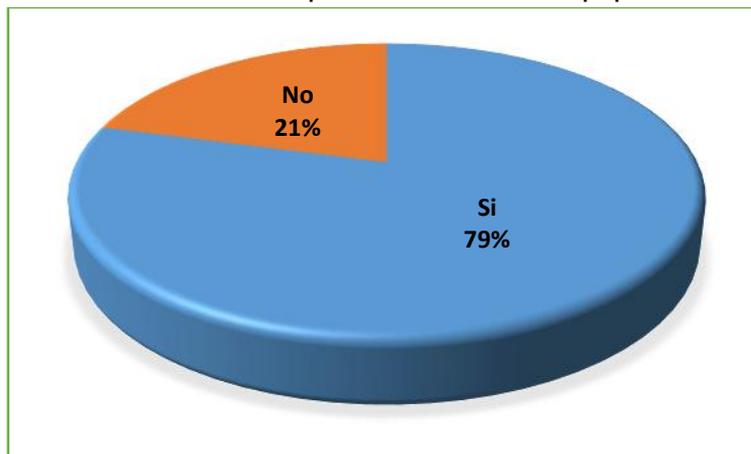
La **tabla 22** muestra que 19 personas afirman que es necesario la implementación de equipos en proceso de obtención de aceite y representa el 79% de la población encuestada.

Tabla 22 Implementación de equipos
RESPUESTA FRECUENCIA PORCENTAJE

SI	19	79%
NO	5	21%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 18. Implementación de equipos.



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 79% de la población encuestada afirma que, si se deben implementar equipos para mejorar el proceso en planta, aumentar calidad y el 21% niega que se debe implementar equipos, igual no hay persona capacitada para operarlo adecuadamente.

Pregunta N°10. ¿La presencia de impurezas en el aceite puede influir en el estado oxidativo del mismo minimizando su calidad?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

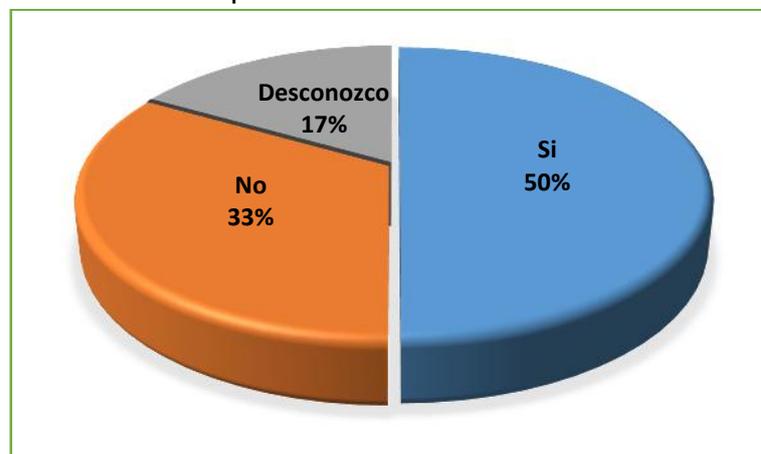
La **tabla 23** muestra que 12 personas afirman que las impurezas influyen en el estado oxidativo del aceite y representa el 50% de la población encuestada.

Tabla 23 Las Impurezas en el aceite minimizan su calidad

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	12	50%
NO	8	33%
DESCONOZCO	4	17%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 19. Las Impurezas en el aceite minimizan su calidad



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 50% de la población encuestada afirma que las impurezas dañan la calidad del aceite, el 33% niega que se dañe la calidad porque se ha sometido a temperatura y el 17% desconoce del proceso de calidad del aceite.

Pregunta N°11. ¿Se obtendría un beneficio mejorando el sistema de decantación?

- a) Si
- b) No

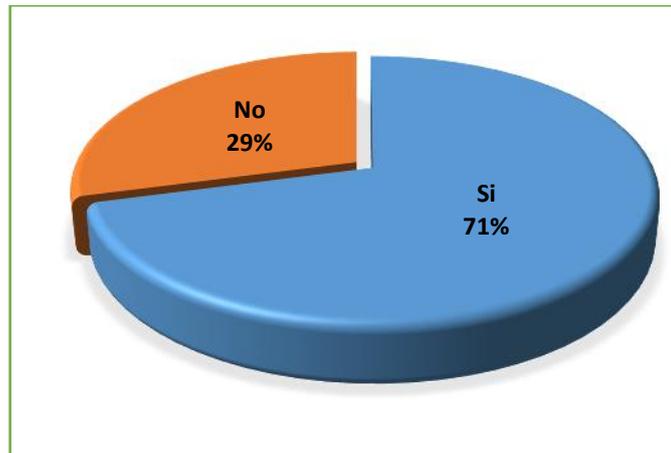
La **tabla 24** muestra que 17 personas afirman que se obtendría un mayor beneficio mejorando el sistema de decantación en la planta y representa el 71% de la población encuestada.

Tabla 24 Mejora del sistema de decantación
RESPUESTA FRECUENCIA PORCENTAJE

SI	17	71%
NO	7	29%
TOTAL	24	100%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Gráfico 20. Mejora del sistema de decantación



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de resultados: El 71% de la población encuestada afirma que se debe mejorar el sistema de decantación para un proceso más eficiente, mayor grado de calidad y se evitaría las molestias que causan los parámetros fuera de especificaciones, el 29% niega que se debe mejorar el sistema debido a que implicaría un costo grande.

3.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

A través de las respuestas de los encuestados se pudo corroborar la percepción y opinión de empleados que siguen de cerca el proceso productivo como lo son los operarios, analistas de calidad y supervisores, llegando a las siguientes conclusiones:

La materia prima, efectivamente no estaba siendo tratada de la mejor manera en la totalidad del proceso, especialmente por el estado de las cámaras de frío de las embarcaciones, lo que da como resultado la pérdida de frescura del 12% por hora post mortem de la especie aproximadamente en piezas difíciles de detectar bajo primeras impresiones, pero previo análisis del Nitrógeno total volátil (TVN).

Al considerar que la materia prima pasa por un proceso de calor para su transformación muchos de los empleados se mostraron confundidos en cuanto a que si la frescura y temperatura afectaría la calidad final del aceite.

En cuanto a la capacidad de procesamiento existieron opiniones divididas, si bien más de la mitad afirmó que la decantación no es eficiente, otra cantidad cercana de trabajadores está de acuerdo en que el proceso carece de total capacidad.

En este punto, la encuesta permitió dar la confirmación necesaria para determinar que la máquina decanter no está dando los resultados esperados y que en general no se pudo afirmar al 100% que las máquinas estén en buen estado ya que hubo respuestas negativas en relación a sus condiciones y mantenimiento.

En vista de todo esto, se apunta al mejoramiento de la calidad del sistema de producción de aceite de pescado hacia la adquisición de nueva maquinaria, así como también la estructuración de mejores procesos de uso y mantenimiento.

3.7. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

Para obtener una evaluación previa en la fase de proceso de cada una de las posibles causas que generan “Baja calidad del aceite de pescado en la Harinera industrial Fortidex S.A” se identificó las condiciones que dan origen a la situación problemática por medio del empleo de la herramienta de calidad diagrama causa / efecto, empleo de la gráfica de control Shewhart y encuesta realizada a los trabajadores que conforman el sistema productivo.

Industrial Fortidex al fortalecer su proceso con mayor énfasis en la producción de harina de pescado como su principal producto denotaba al aceite como un subproducto no valúo manteniendo la directriz de manera deficiente las cuales constatan lo siguiente:

Las condiciones de la materia prima denotan un bajo grado de calidad del aceite en su proceso de obtención efectuado de forma inadecuada, en el proceso se ha descuidado en tomar las medidas preventivas y correctivas para sostener el estándar de calidad.

Actualmente el sistema de decantación presenta deficiencia lo que influye en la obtención de aceite de calidad, constantemente tiene excedente de sólidos en gran volumen que no puede ser retenido en su totalidad por los equipos debido a las especificaciones operativas de los mismos, tiempo de operatividad, desgaste, averías, etc. lo que afecta a

la obtención del aceite clarificado y libre de residuales, siendo estos sedimentos tendencia a acumulación en los tanques de almacenamiento conformando mucílago, enturbiamiento, cristalización que previamente degradan su valor.

A razón de mejorar y fortalecer el grado de calidad en el proceso de obtención de aceite de pescado de alto valor agregado con mayor énfasis en la producción inocua se propone el cuarto capítulo.

CAPÍTULO IV

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DECANTACIÓN

4. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DECANTACIÓN

A través del desarrollo de la presente propuesta se pretende optimizar el proceso de decantación con el propósito de contribuir a mejorar la calidad del aceite de pescado e incrementar los niveles de productividad en la planta harinera FORTIDEX S.A.; en este caso, con base a la investigación de campo previamente realizada y el estudio técnico se identificó actualmente en la empresa una mala disposición de la materia prima, equipos que no funcionan adecuadamente y están por debajo de la capacidad de procesamiento, lo que ha incidido en la disminución de la calidad del producto generando pérdidas para la empresa.

Considerando que el aceite de pescado, a diferencia de otro tipo de aceites vegetales requiere de procesos más complejos para su producción; lo cual se atribuye a su constitución de ácidos grasos. Es necesario que los equipos se encuentren en buen funcionamiento y los procesos se desarrollen de forma adecuada para garantizar que el aceite cumpla con los estándares de calidad establecidos por los clientes y en cumplimiento con las normas ARCSA-DE-042-2015-GGG para su distribución.

Por lo tanto, se identificó la necesidad de proponer un sistema de decantación mejorado que contribuya a solucionar los inconvenientes encontrados. En este caso, se describen las directrices necesarias para alcanzar los objetivos de mejora en las etapas del proceso, además se describirán las características de los equipos y dispositivos que se deberán adquirir, su funcionamiento, el proveedor seleccionado y los respectivos costos en los que incurrirá la empresa para la implementación de la propuesta de mejora.

4.1. IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN PARA EL CONTROL

La implementación de dispositivos de control permitirá conocer las condiciones reales a la que se encuentra el proceso y ejecutar un seguimiento permanente; considerando que, a través de la incorporación de estos dispositivos se podrán realizar comparaciones con base a estándares preestablecidos y realización de acciones de ajuste ya sea para monitoreo de control de temperatura, control del flujo y presión determinada.

En este caso, de acuerdo a los resultados comparativos el personal encargado tendrá la facultad de proceder a realizar un proceso en condiciones dentro de las normativas y parámetros de calidad y a su vez manteniendo el alto grado seguro de una sistematización regulatoria de manera controlada.

A continuación, se detallan una serie de los dispositivos a implementar:

4.1.1. TERMÓMETROS

Los termómetros se consideran instrumentos fundamentales en la medición de temperaturas en los procesos de producción, su incorporación permitirá conocer el grado de calor o aporte calorífico en el sistema de decantación y faculta a la determinación del fenómeno de dilatación.

En este caso, la temperatura del licor constituye un punto de control, puesto que en esta fase el operador deberá asegurarse de la liberación de los lípidos contenidos en la masa volumétrica, eliminación de los agentes microbiológicos y aseguramiento del grado de tratamiento durante el proceso de producción.

A continuación, se describen los dos tipos de instrumentos a emplear:

Termómetro Digital

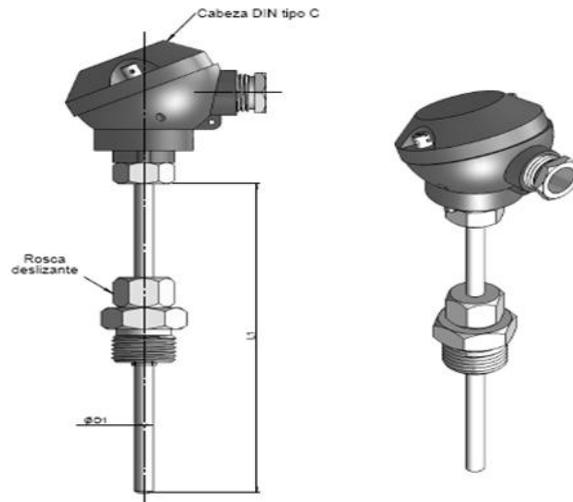
A través de la incorporación de termómetros digitales se podrá percibir las variaciones en el sistema de forma lineal, la composición del equipo facilita la visualización de los resultados a través de la pantalla de monitoreo. En este caso, considerando los cambios y las exposiciones se deberá adquirir un equipo resistente y fiable en cuanto a monitoreo y su calibración (**Ver Gráfico 21**).

Especificaciones:

- ❖ Termo resistor de alta presión con Termo pozo
- ❖ Sensor de tres alambres
- ❖ Tubo de acero inoxidable
- ❖ Diámetro de 6mm
- ❖ Largo de 15cm
- ❖ Cobertura de rango de 0 – 400°C
- ❖ Cuerpo de Aluminio clase A
- ❖ Rosca de ½"

Los termómetros deben ser colocados a un nivel intermedio entre la sección de alimentación y la parte media del tanque colector, por lo general, a mayor altura de ubicación solo tendría contacto con la condensación y la alimentación de vapor, haciendo que las mediciones no sean las adecuadas debido a que no se está tomando un valor exacto de las condiciones en la que se encuentra el líquido.

Gráfico 21. Sonda PT-100 con cabeza DIN tipo C



Fuente: <http://www.conatec.com>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Termómetro Bimetálico

La ventaja de los termómetros bimetálicos sobre los termómetros líquidos radica en que proporcionan una mayor manejabilidad y a su vez posee un amplio abanico de medidas, la conformación de estos dispositivos son las láminas bimetálicas que aprovechan el coeficiente de dilatación de las mismas (**Ver Imagen 29**).

No obstante, para la selección del modelo y tipo de termómetro se evaluó el tamaño de carátula, la localización para visualización de lectura y el tamaño de la conexión trasera.

Especificaciones:

- ❖ Termómetro de doble carátula
- ❖ Tamaño de Carátula de 3" y 5"
- ❖ Conexión trasera de ½"
- ❖ Longitud del Tallo 12"
- ❖ Bimetálico Vertical y Horizontal
- ❖ Cobertura del rango de temperatura de 0 a 120°C

Se deberá considerar que los equipos centrífugos industriales al generar grandes revoluciones tienden a crear vibraciones en consecuencia de una base no estable, por mala alineación o fuerza ejercida durante la carga del mismo la ubicación de los termómetros se alinearía solamente en partes fijas, principalmente los conectores de las entradas de alimentación hacia los equipos.

Imagen 29. Termómetro de Láminas Bimetálicas



Fuente: <http://www.tecnoval.com>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

4.1.2. REGULADORES DE FLUJO

Para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos se deberá ejecutar el respectivo control de flujo de alimentación y se propone la incorporación de reguladores.

VÁLVULAS DE PASO

Las válvulas regulatorias reducen el grado de respuesta ante el restablecimiento de los niveles durante el ingreso de alta presión o un descenso de fluido hacia el equipo decanter, esta regulación permitirá a su vez mantener los límites permisibles de óptimo rendimiento.

Una válvula de paso regula de forma proporcionada el aumento de presión facilitando la operación de flujo de forma nominal (**Ver Imagen 30**). A continuación, se detalla las características de este accesorio:

Tipo: Válvula de esfera de paso total 2 piezas

Diseño "Fire Safe"

Cuerpo de acero inoxidable CF8M

Mando manual por palanca

Temperatura de operación -30°C +180°C

Presión Máxima de 40/16 Kg/cm²

Junta por bridas DIN

Con base a esta perspectiva, los reguladores actuarán como controladores del sistema en base a una unidad tanto para las decanter, como las centrifugas que por lo general se conectan en un sistema en serie. Al mantenerse un sistema en serie y gran parte del mismo no se encuentre controlado emitirá más carga al primer equipo permitiendo que a los otros conectados no les ingrese una cantidad de forma proporcional.

Imagen 30. Válvula de paso tipo esfera de 2 piezas



Fuente: <https://www.genebre.es>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO

A través de la incorporación de este dispositivo se podrá realizar el respectivo control mediante intervalos de medición para constituir con exactitud el volumen y pérdida de flujo en la tubería asegurando la regulación del flujo de alimentación (**Ver Imagen 31**).

Este tipo de control contribuirá a optimizar el rendimiento en la capacidad de procesamiento de grandes volúmenes y posterior aporte de recuperación eficiente del volumen total procesado.

Para contribución de las necesidades que acoge la industria se optaría previa evaluación los transmisores SITRANS F M 6000L.

Detalles del Caudalímetro:

Precisión de caudal medido es del $0,2\% \pm 1\text{mm/s}$

Pantalla alfanumérica 3x20 caracteres

Comunicación: HART, MODBUS RTU, Profibus PA/DP

Salidas: intensidad, impulsos/ salida de frecuencia y relé

Grado de protección IP67 (NEMA 4X)

Fuente de alimentación 24 V DC, 115-230 V AC

Temperatura ambiente de -20 a 60°C

Imagen 31. Caudalímetro de Sensor Magnético



Fuente: <http://w3.siemens.com>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Ventajas

- ❖ Control Integrado
- ❖ Optimización y comprobación de errores mediante diagnóstico
- ❖ Módulos de Plataforma Plug and Play
- ❖ Tecnología SENSORPROM permite reprogramación automática y sustitución de transmisor sin pérdida.

En este contexto, a nivel general, evaluar los niveles de manera sistematizada le permitirá al personal encargado del control promover y fomentar el desarrollo técnico en mejoras hacia el proceso de obtención de aceite con alto grado calidad.

SONDA DE DETECCIÓN DE NIVEL

Los Dispositivos detectores de nivel son Indispensable en el control de medición del volumen contenido, cuentan con sonda de frecuencia capacitiva variable la cual permite una completa detección del nivel de líquidos (**Ver Imagen 32**).

La interface del modelo digital cuenta con tecnología Inverse Frequency Shift para una constante medición, constituye un microprocesador de ajuste completo y sondas de mayor rendimiento.

Para asegurar mediciones inmunes a los vapores, al polvo, condensación, se especifica el siguiente tipo de transmisor capacitivo:

Modelo: SITRANS LC300

Versión: Varilla o Cable

Conexión de acero inoxidable con sonda revestida PFA

Rango de medida de 5,5m tipo Varilla y 25m tipo cable

Rango de temperatura de -40 a 200°C

Presión de Proceso hasta 35 Bar

Ventajas

- ❖ Mediciones no influidas por sedimentaciones de material en la sonda
- ❖ Precisión de la sonda, fiabilidad y revestimiento PFA
- ❖ Bucle de Corriente dos hilos (4 a 20 mA)
- ❖ Señal de la corriente de medición según NAMUR NE 43
- ❖ Calibración y programación por teclado

Imagen 32. Sonda de detección de nivel



Fuente: <http://w3.siemens.com>

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

4.2. IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS

En lo que respecta a los equipos, se deberá adquirir un decanter y un Sedicanter y se deberá considerar las siguientes especificaciones:

4.2.1. DECANTER

Decanter FLOTTWEG Z5E: Equipo versátil de alta potencia en proceso, resistencia y eficacia. Centrifuga horizontal de mayor rendimiento y capacidad, compuesto por transportador helicoidal en segundo proceso, extrae los remanentes separando óptimamente parte de los sólidos y recuperando gran parte del contenido acuoso para posterior proceso de centrifugación (**Ver Imagen 33**).

Imagen 33. Decanter Flottweg Z5E



Fuente: (Flottweg, 2017)

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Características generales del equipo

De acuerdo a la información publicada por la empresa Flottweg 2017, el Decanter Z5E-4 cumple con las siguientes características:

Materiales de construcción: Diseñada a base de materiales de acero inoxidable de alta calidad (Dúplex 1.4571, AISI 316 TI y superiores).

Dimensiones (L*An*A): 4180 x 1560 x 1400 mm / 165" x 61" x 55".

Peso bruto: 6,200 kg/ 13,700 lb.

Potencia del motor - accionamiento del tambor: 45 kW/60 hp.

Potencia del motor – accionamiento del tornillo: 7.5 kW/ 10 hp.

Características técnicas especiales

Mayor durabilidad de la decantadora centrífuga, incluso cuando se enfrenta a medios agresivos (ácidos, álcalis y agentes de limpieza). De acuerdo a las especificaciones del fabricante proporciona la máxima calidad del producto a través de todo el proceso.

Posee velocidad diferencial regulable de forma variable, lo que permite reaccionar a una gama muy amplia de requisitos (propiedades del producto en la alimentación).

De acuerdo a las especificaciones del fabricante garantiza la deshidratación óptima con condiciones de alimentación fluctuantes. Permite el procesamiento rápido, de modo que se pueda evitar las alteraciones del producto.

Principales aplicaciones

La empresa Flottweg 2017, fabricante del equipo, recomienda su aplicación en el procesamiento de sedimento blando en las siguientes áreas:

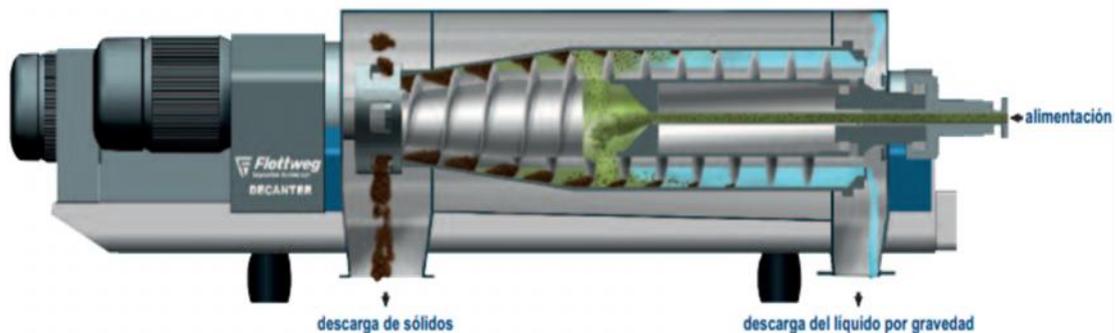
- Aceite de pescado.
- Aceites vegetales.
- Agua de bombeo proveniente de la industria de procesamiento.
- Harina de pescado.

Componentes del equipo

De acuerdo a la información publicada por la empresa Flottweg (2017) los componentes del equipo (**Ver Gráfico 22**) son los siguientes:

- Alimentación
- Tambor
- Tornillo sinfín

Gráfico 22. Componentes del equipo



Fuente: (Flottweg, 2017)

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

4.2.2. SEDICANTER

Sedicanter Flottweg S6E-3 (**Ver Imagen 34**): centrifuga de 3650 rpm y 5000xg respecto a su punto G de fuerza centrífuga y 670 de diámetro, lo cual permite la separación de sedimentos difíciles y altos niveles de sólidos presentes. Este equipo establecido en línea principal reduce la materia con alto contenido acuoso a materia seca con niveles permisibles de humedad.

Proporciona los niveles de funcionalidad al mayor grado de eficiencia y aseguramiento de un equipo de alto performance diseñado con el mayor grado de exigencia industrial. La funcionalidad permite conseguir revoluciones íntegras a los niveles de producción sin dificultad alguna con respecto a mayores volúmenes, la recuperación del fraccionamiento de grasas es mayor que un equipo decantador, denotado para un pre clarificado sedimentar.

Imagen 34. Sedicanter Flottweg S6E-3 de 3650 Rpm



Fuente: (Flottweg, 2017)

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Características generales del equipo

Según la información publicada por la empresa Flottweg (2017), el Sedicanter S6E-3, cumple con las siguientes características:

Diámetro: 670 mm/26”.

Velocidad del tornillo: 3650 rpm.

Velocidad diferencial: 1.5 – 30 rpm.

Materiales de construcción: Diseñada a base de materiales de acero inoxidable de alta calidad (Dúplex, AISI 316 TI y superiores).

Dimensiones (L*An*A): 4527 x 1705 x 1270 mm / 178” x 67” x 50”.

Peso bruto: 10,530 kg/ 23,215 lb.

Potencia del motor - accionamiento del tambor: 75 kW/100 hp.

Potencia del motor – accionamiento del tornillo: 15 kW/ 20 hp.

Características técnicas especiales

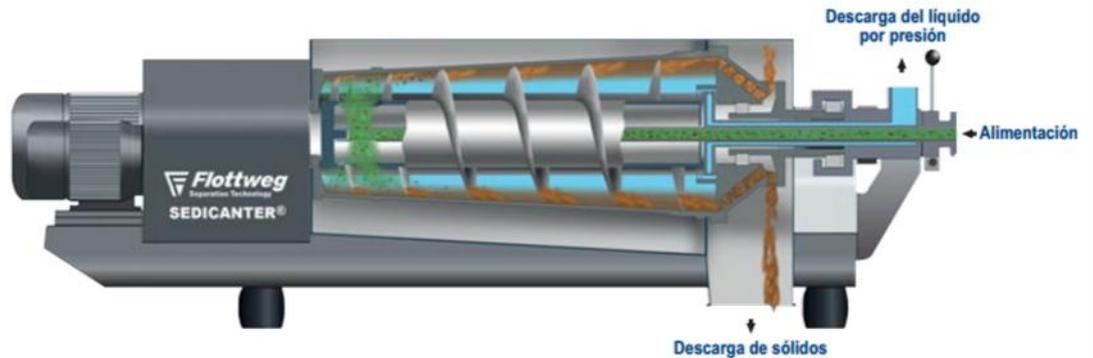
La Sedicanter facilita la separación de sólidos que son altamente difíciles de separar por sedimentación.

Posee un diseño higiénico, lo que permite aplicaciones en el área de biotecnología.

Posee flexibilidad con la composición fluctuante del producto de alimentación por el impulsor ajustable.

De acuerdo a las especificaciones del fabricante (**Ver Gráfico 23**), el funcionamiento estanco al gas es posible sellando el espacio de separación del aire ambiente usando gas inerte.

Gráfico 23. Especificaciones técnicas



Fuente: (Flottweg, 2017)

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Principales aplicaciones

La empresa Flottweg (2017), fabricante del equipo, recomienda su aplicación en el procesamiento de sedimento blando en las siguientes áreas:

- Biomasa.
- Suspensiones de levadura.
- Suspensiones de proteínas.
- Caldos de fermentación.
- Retenciones de UF.
- Líquidos limpiadores CIP.
- Lodos activados libres de materiales gruesos.
- Subproductos de zumos de frutas.
- Separación de jabón de los procesos de refinado de petróleo.
- Materias primas vegetales.

Proveedor

Se selecciona como proveedor de equipos decanter y Sedicanter a la empresa Flottweg, puesto que de acuerdo con las características y componentes previamente descritos estos cumplen con los requerimientos de velocidad de la planta FORTIDEX S.A.; en este caso, por tratarse de una empresa multinacional, Flottweg cuenta con sucursales en diferentes países de la región, por lo que se realizará la importación de los equipos desde Perú y por tratarse del proveedor más cercano.

4.3. DISEÑO

Con la finalidad de proyectar e innovar los criterios de viabilidad en mejora del proceso se diseñó lo siguiente:

4.3.1. DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO A IMPLEMENTAR

Mediante el empleo del sistema de filtrado por vibración se obtiene un mayor grado de separación de sólidos por niveles. El equipo Tamiz Vibratorio en gran parte empleado en sistema de vanguardia para el efecto de separar gran parte de los materiales o sedimentos inmersos en un fluido por el tamaño genera un mayor aporte al proceso de sedimentación y clarificación debido a la capacidad operativa que tiene en proceso continuo.

Este equipo tiene mayor grado de eficiencia en comparación con los tamices rotatorios, que además de no ser innovadores ocupan gran espacio a diferencia del equipo tamiz vibratorio el cual se compone de una columna fraccionada con secciones de criba milimetradas para permitir el filtrado y separación por tamaño de partículas haciendo una separación más operativa para la siguiente etapa.

El proximal de la materia prima se denota en 75% Humedad y el 25% materia seca. La composición de la masa estrujada mecánicamente a la salida contiene parte del 46% de humedad, mientras el 31% restante es el licor que se obtuvo del proceso de prensado. Asimilando el volumen efluente generado del 31% en promedio se dimensionó el diseño del equipo tamiz vibratorio impulsado por un motor trifásico de 2 HP/3000 rpm ver **ANEXO N.-3.**

4.3.2. DISEÑO DE TANQUE COLECTOR PRINCIPAL

Por medio de un sistema controlado de agitación a bajas revoluciones se logrará mantener constante el esfuerzo cortante del líquido y la presurización de vapor, liberando partículas de oxígeno presente, aportando mayor transferencia de calor entre parte del líquido y la superficie de intercambio, promoviendo la dispersión y la emulsificación de los líquidos no miscibles.

La funcionalidad se asimila a un sistema por lixiviación, este equipo generalmente puede ser operado con flujos de recirculación o flujos continuos donde la aglomeración de sólidos suspendidos es reducida.

El esquema del tanque agitador – Decantador se visualiza en el **ANEXO N.-4.**

4.3.3. DISEÑO DE REGISTRO DE CONTROL PARA MONITOREO DE DESEMPEÑO.

El diseño de un sistema de monitoreo en base de datos digital contribuye de forma óptima hacia el control de procesos en la industria Fortidex S.A permitiendo la visualización y el aporte de balance de materia en proceso, estableciendo los niveles de eficiencia evaluados periódicamente en un proceso continuo.

Este sistema tiene como finalidad mantener un control constante de relación carga volumétrica sedimentaria / flujo óptimo de separación, con este propósito se plantea el sistema de monitoreo centralizándose en cada parámetro considerado en mejora de la variable controlada empleando lo siguiente.

DISEÑO DEL FORMATO BALANCE DE PROCESO

Con la finalidad de asimilar las fluctuaciones, variables considerables y proporcionar el grado de verificación en respuesta de acción preventiva y correctiva.

Para un enfoque de cambios se debe emplear una metodología estructurada en la implementación de un sistema total de control basado en la Hoja Control de Proceso denominado - Formato Balance de Proceso ver **ANEXO N.-5**.

En esta Hoja Control de Proceso se registrarán los siguientes datos:

Hora de Muestreo: Momento en el cual se toma la muestra.

MATERIA PRIMA

- **Especie Procesada:** Especie de pescado recibido en planta.
- **Toneladas Métricas:** Cantidad de materia prima recibida.
- **% de Humedad:** Porcentaje de humedad de la especie a procesar.
- **% de grasa:** Porcentaje de grasa de la especie a procesar.

% DE SÓLIDOS EN LICOR

- **Caudal en m³/h:** Valor cuantitativo del Volumen de flujo constante.
- **% Sólidos Entrada:** Porcentaje de sólidos presentes en el fluido obtenido.

- **% Sólidos Salida:** Porcentaje de sólidos a la salida del equipo decanter debe ser aproximado a los sólidos de la entrada.

% DE ACEITE

- **Entrada:** Porcentaje de aceite presente en el licor de prensa.
- **Salida:** Porcentaje de aceite posterior a la fase de separación debe ser lo más cercano al porcentaje inicial.

% EFICIENCIA DE SEPARACIÓN

- **Sólidos:** Cantidad determinada con la que se establece la capacidad ejercida por el equipo para separar sólidos.
- **Aceite:** Cantidad determinada con la que se establece la capacidad ejercida por el equipo para separar aceite.

SÓLIDOS DE SEPARADORA

- **% Humedad:** el rango de humedad en sólidos de separadora debe ser 62% de humedad para constatar una buena separación de fases.
- **% Grasa:** Determina el grado de trazas de aceite que van inmersos en la torta de separadora para posterior proceso de secado y convertirse en harina el cual debe ser 2%.

PRODUCCIÓN/HORA

- **Sacos:** Cantidad de sacos producidos
- **TM Harina:** Cantidad de toneladas métricas de harina obtenida.

RENDIMIENTO DE ACEITE

- **TM:** Cantidad de Aceite que se obtuvo del proceso.
- **%:** Es el porcentual con el cual se denota el aporte de cada tonelada métrica de materia prima procesada para el aceite obtenido.

VALOR DE CALIDAD

- **Índice de Acidez:** Factor que condiciona la calidad del aceite, el cual será analizado por el laboratorio de calidad y conocer el grado de hidrólisis.
- **Impurezas:** se analizará cada muestra en busca de trazas o excedentes que se encuentren inmersos en el producto obtenido.

DISEÑO DE CHECKLIST PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.

Las maquinarias y equipos que conforman el sistema productivo deben mantener un control respectivo, tanto de horas operativas como el estado de cada uno de sus componentes que lo conforman. La disponibilidad de un control técnico permite minimizar los factores que pueden alterar en parte al proceso **ANEXO N.-6**.

Un control de forma detallada permite asegurar la consistencia con la cual se ha efectuado o ejecutado una tarea sin menos percance. El equipamiento conlleva a la seguridad y fiabilidad con la que una máquina o equipo puede ser empleado a su eficiencia sin obtener algún error complejo por algo tan simple.

4.4. RESULTADO DE LA IMPLEMENTACIÓN EN CUANTO A LA CALIDAD

Con la finalidad de evaluar el beneficio de la implementación propuesta versus el sistema actual, se realizó la comparación tomando en consideración los siguientes aspectos:

Capacidad de Producción Diaria: 236,12 TM materia prima

Capacidad de Producción Mensual: 7083,65TM/mes

Teóricamente la materia prima se constituye en promedio:

65% Humedad: 4604,37m³

28% materia seca: 1997,59TM

6,80% Grasa (Dependiendo de la especie): 138.615,84 galones

La empresa industrial Harinera Fortidex S.A procesa una cantidad promedio de 7083,65TM/mensuales de materia prima de las cuales obtiene 1845,39TM de harina y 305,28TM de aceite de pescado. Durante el proceso se incorpora aproximadamente 328,51m³ de agua, en total se genera 4932,88m³ de agua cola mensual de los cuales el 8,89% es sólido soluble 438,52TM y el 0,5% es grasa 24,66TM.

El promedio de grasa en harina es de 9,34% dando 49.600galones de aceite inmersos en el producto final, de los 87.850,36 galones de aceite obtenido durante el proceso de harina de pescado se encuentran inmersas las impurezas que se sedimentan en los fondos de los tanques de almacenamiento denotando 9,22m³ de agua y 12,38TM de sólidos sedimentales al mes y que tienden a degradar el valor de la calidad del aceite.

4.4.1. AUMENTO DE LA CALIDAD

En la actualidad la planta Fortidex S.A mantiene un grado de calidad de su producto de acuerdo a los clientes nacionales que elaboran con mínimas exigencias en su sistema de calidad.

Al trascender y al ampliar su mercado nacional e internacional la calidad del producto debe ser incrementada y ajustarse a las exigencias de competencia productiva, para ello al implementar

mejora en el sistema de decantación descrito en este capítulo se obtendrá una mejor calidad del producto final, tanto en la harina como en el aceite de pescado.

El sistema eficiente de decantación separa en mayor porcentaje la humedad y los niveles de grasa contenido en los sólidos de separadora, reduciendo el porcentaje de grasa que retorna a la harina y aumentando los niveles proteicos en 2% en la harina de pescado obteniendo un producto final con bajos ácidos grasos.

En el aceite de pescado mejorará el clarificado reduciendo los niveles de humedad en un 2,02% y el porcentaje de sólido en 3,05% minimizando el estado oxidativo del aceite, las purgas continuas que conllevan costos en limpieza y disposición de los desechos generados.

En el agua de cola reducirá los niveles de grasa en 0,40% y los niveles de sólido en un 7,89% facultando a la planta evaporadora en su proceso evaporativo y obtener un soluble con mayor grado de concentración de buen aporte proteico para reincorporación en el proceso (**Ver tabla 25 y 26**). Comparativo texto resaltado de amarillo.

4.4.2. AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN

Fortidex S.A al producir en promedio 7083,65TM/mensuales de materia prima aumentará en rendimiento de harina 1,15% y aceite en 2,19% aproximadamente (**Ver Tabla 25 y 26**). Comparativo de rendimientos texto resaltado de color verde.

Promedios de rendimientos obtenidos en proceso productivo actualmente.

Tabla 25 Rendimientos actuales de Proceso

	MATERIA PRIMA	HARINA OBTENIDA	ACEITE OBTENIDO	AGUA GENERADA
TM	100,00%	26,05%	4,31%	69,64%
HUMEDAD	65,00%	6,81%	3,02%	
GRASA	6,80%	9,34%		0,50%
SÓLIDOS	28,20%		4,05%	8,89%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Promedios de rendimientos a obtener con la optimización del sistema de decantación.

Tabla 26 Rendimiento a obtener con la optimización

	MATERIA PRIMA	HARINA A OBTENER	ACEITE A OBTENER	AGUA A GENERAR
TM	100,00%	27,20%	6,50%	66,30%
HUMEDAD	65,00%	8,50%	0,50%	
GRASA	6,80%	7,55%		0,10%
SÓLIDOS	28,20%		0,5%	1%

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Análisis de los resultados

En las tablas comparativas de rendimientos promedios se estima un balance de masa teórica del 100% (**Ver tabla 25 y 26** texto resaltado de color gris) por cada tonelada métrica de materia prima, de los cuales se diversifican tres fases a obtener en el proceso como los son: los sólidos, aceite y agua de cola.

Con la optimización del sistema de decantación se obtiene un incremento en rendimiento de aceite de pescado del 1,79% disminuyendo el retorno de grasa en la harina de pescado pasando de 9,34% a 7,55%.

Se reducen los porcentajes de 3,02% de humedad y 4,05% de sólidos en el aceite de pescado al 0,5%, respectivamente los rangos permisibles de calidad química para materias grasas de uso en alimentación animal según FAO (Food and Agriculture Organization) donde establece un máx. del 1%.

Se reduce el porcentaje de sólido suspendidos del 8,89% al 1%, con niveles de sólidos inferiores al 2% obtenido en el agua de cola se optimiza la planta evaporadora facultando el proceso de evaporación en cada uno de los efectos.

CAPÍTULO V

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

5. COSTO E INVERSIÓN DE LA PROPUESTA

Para la puesta en marcha de la optimización del sistema de decantación es fundamental saber el monto estimado en la inversión de este proyecto, primordialmente mantener un sistema vanguardista del proceso de separación para elevar la calidad garantizando un alto estándar en el producto final.

El costo total estimado de la propuesta tiene como base equivalente \$201.435,00 detallado de la siguiente manera (**Ver Tabla 27**).

Tabla 27 Costo Total Estimado de la Propuesta

DESCRIPCIÓN	TOTAL
INVERSIÓN EN EQUIPOS	\$163.500,00
INVERSIÓN EN DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN	\$6.290,00
DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO A IMPLEMENTAR	\$9.465,00
REFORMA DEL TANQUE COLECTOR GENERAL	\$20.800,00
DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE DESEMPEÑO	\$1.380,00
TOTAL	\$201.435,00

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN TOTAL EN EQUIPOS

Para el mejoramiento de la calidad en el proceso de fabricación del aceite de pescado es fundamental que la máquina decanter sea renovada por una nueva maquinaria. Para ello se ha elegido el decanter de la marca FLOTWEG, recomendados para la industria de harina y aceite de pescado.

Se incluye los costos de instalación, obra civil y las capacitaciones a los operadores. Estos costos complementarios son recurso de garantía de la operatividad y funcionamiento eficiente de los equipos a instalar (**Ver Tabla 28**).

Tabla 28 Precio de maquinaria

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
DECANTER FLOTTWEG C7E	\$60.000
SEDECANTER FLOTTWEG S6E3	\$95.000
INSTALACIÓN	\$4.300
OBRA CIVIL	\$1.800
OTROS COSTOS	\$2.400
TOTAL	\$163.500

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Se necesitará una inversión de compra de 163.500 USD para equipar a la planta de un equipo en buenas condiciones con garantía que dará un producto con menor cantidad de sedimentos.

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN EN DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Con el objetivo de obtener un alto performance en control de equipos ponderando calidad es indispensable los dispositivos que denotan y complementan al sistema aportando seguridad y minimizando las variaciones que pueden inferir durante el proceso.

En la siguiente tabla se describe la serie de dispositivos que se deberán adquirir (**Ver Tabla 29**).

Tabla 29 Precio de dispositivos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TERMÓMETROS BIMETÁLICO	2	\$480	\$960
TERMÓMETROS DIGITAL PT-100	2	\$560	\$1.120
VÁLVULAS DE PASO	4	\$350	\$1.400
CONTADOR DE FLUJO SITRANS F M 6000L.	2	\$490	\$980
BASIC PANEL KTP600 PN MONOCROMÁTICO	1	\$650	\$650
DETECTOR DE NIVEL SITRANS LC300	2	\$590	\$1.180
TOTAL			\$6.290

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

Se necesitará una inversión de compra de 6.290 USD para el control y la regulación de los equipos del sistema de decantación de la planta.

5.3. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN TOTAL EN EL DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO A IMPLEMENTAR

Renovar el tanque captador de licores para decantación a acero inoxidable mejorará el proceso en el impedimento acumulativo de sedimentos tanto en las paredes como evitar la aglomeración de material óxido en el fondo del tanque, se aumentará el volumen de captación lo cual mantendrá la capacidad del sistema en proceso.

En la siguiente **tabla 30** se observa el costo total a invertir en la reforma del tanque colector general cuyo monto equivalente es de 20.800,00 USD.

Tabla 30 Costo Total diseño de tamiz vibratorio

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL
PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE - ASTM A36 1,22 X 2,44 DE 71KG	\$ 3.730,00
MOTOR TRIFÁSICO	\$235,00
MANO DE OBRA CALIFICADA	\$3.000,00
OTROS COSTOS	\$2.500,00
TOTAL	\$9.465,00

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

5.4. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN TOTAL EN EL DISEÑO DEL TANQUE COLECTOR GENERAL

Renovar el tanque captador de licores para decantación a acero inoxidable mejorará el proceso en el impedimento acumulativo de sedimentos, tanto en las paredes como a evitar la aglomeración de material óxido en el fondo del tanque y se aumentará el volumen de captación lo cual mantendrá la capacidad del sistema en proceso.

En la siguiente **tabla 31** se observa el costo total a invertir en la reforma del tanque colector general cuyo monto equivalente es de 20.800,00 USD.

Tabla 31 Costo Total Diseño del tanque colector general

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL
6 PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE - ASTM A36 1500x6000	\$12.800,00
MANO DE OBRA CALIFICADA	\$5.000,00
OTROS COSTOS	\$3.000,00
TOTAL	\$20.800,00

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

5.5. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN EN DISEÑO DE REGISTRO DE CONTROL.

Es de suma importancia evaluar la efectividad del sistema implementado y la operatividad ejecutada por parte del operador para lo cual se emplean Indicadores típicos para un mejor rendimiento, se debe establecer monitoreo periódico por personal técnico para determinar cada uno de los cambios y si la empresa está avanzando hacia sus objetivos.

En la siguiente **tabla 32** se observa el costo total a invertir en el diseño de un sistema monitoreo de desempeño y cuyo monto equivalente es de 1.380,00 USD.

Tabla 32 Costo Total diseño de registro de control

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL
DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS ÓPTIMOS DE OPERATIVIDAD	\$580,00
DETERMINACIÓN DEL APORTE DE BALANCE DE MATERIA EN PROCESO.	\$800,00
TOTAL	\$1.380,00

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

5.6. FINANCIAMIENTO

La planta Harinera FORTIDEX S.A cuenta con financiamiento propio disponible para la ejecución de este proyecto.

5.7. ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO

Con la finalidad de evaluar la rentabilidad financiera por medio del empleo de la herramienta de análisis Costo- Beneficio que están asociados, se estableció la comparación entre la sumatoria de los ingresos brutos y la sumatoria de los costos del proyecto actualizados a una tasa de descuento de interés fijo del 12% (**Ver Tabla 33**).

Tabla 33 Análisis Costo - Beneficio

MES	INVERSIÓN	INGRESOS	COSTOS	MOVIMIENTO FONDOS
0	\$ 213.460,80	0,00	0,00	-213460,80
1		\$154.084,69	\$127.890,29	\$26.194,40
2		\$154.084,69	\$107.859,28	\$46.225,41
3		\$154.084,69	\$101.695,90	\$52.388,79
4		\$154.084,69	\$92.450,81	\$61.633,88
5		\$154.084,69	\$73.960,65	\$80.124,04
6		\$154.084,69	\$61.633,88	\$92.450,81
7		\$154.084,69	\$57.011,34	\$97.073,35
8		\$154.084,69	\$50.847,95	\$103.236,74
9		\$154.084,69	\$43.143,71	\$110.940,98
10		\$154.084,69	\$38.521,17	\$115.563,52

I	\$ 870.612,86
C	\$ 478.791,22
C + I	\$ 692.252,02
B/C	1,26

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

5.8. PERIODO DE DEVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se establece un periodo de 3 años requerido para recuperar la inversión del proyecto detallado en las estimaciones de los siguientes valores:

- ❖ La mejora del sistema de decantación tiene un costo de \$201.435,00
- ❖ Valor Asegurado: \$16.000,00
- ❖ Total, de ingresos incrementados y/o reducción de gastos \$718.852,00

Para el cálculo del periodo de devolución o recuperación de la inversión se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Periodo de devolución} = \frac{(\text{costo} - \text{valor asegurado})}{\text{Total de ingresos incrementados}} \times 12 \text{ meses}$$

$$\text{Periodo de devolución} = \frac{(\$201.435,00 - \$16.000,00)}{\$718.852,00} \times 12$$

El Periodo de devolución es de 3 años

5.9. VALOR PRESENTE NETO

Con la finalidad de determinar si la inversión satisface con el objetivo financiero se procede al cálculo de los valores presentes del flujo de caja originados por la inversión empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Valor Presente Neto} = \text{Valor Presente} - \text{Inversión inicial}$$

Industrial Fortidex emplea una tasa de interés del 12% como factor de descuento (1+i). Dicho factor puede ser expresado (1+0,12).

Para determinar el valor presente neto estimaremos los valores descritos a continuación:

- ❖ Ingresos: \$718.852,00
- ❖ Valor asegurado: \$16.000,00
- ❖ Factor de descuento: (1+0,12)
- ❖ Inversión: \$201.435,00

Para el cálculo del valor presente se emplea la siguiente fórmula:

$$VP = \frac{(\text{Ingresos} + \text{Valor Asegurado})}{\text{Factor de Descuento}}$$

$$VP = \frac{(\$718.852,00 + \$16.000,00)}{1,12}$$

$$VP = \$656.117,86$$

Determinación del valor presente neto

$$\text{Valo Presente neto} = \$656.117,86 - \$201.435,00$$

$$\text{Valo Presente neto} = \$454.682,86$$

El valor presente neto es de \$454.682,86 lo cual indica que el proyecto es positivo y aceptable.

5.10. DEPRECIACIÓN

Determinar la vida útil de la implementación en mejora del sistema de decantación es de gran importancia. Se puede observar en la **tabla 34**, esta tiene un periodo de duración de 10 años.

Tabla 34 Depreciación

AÑOS	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN ACUMULADA	VALOR DEPRECIADO
0			\$ 225.607,20
1	\$ 22.560,72	\$ 22.560,72	\$ 203.046,48
2	\$ 22.560,72	\$ 45.121,44	\$ 180.485,76
3	\$ 22.560,72	\$ 67.682,16	\$ 157.925,04
4	\$ 22.560,72	\$ 90.242,88	\$ 135.364,32
5	\$ 22.560,72	\$ 112.803,60	\$ 112.803,60
6	\$ 22.560,72	\$ 135.364,32	\$ 90.242,88
7	\$ 22.560,72	\$ 157.925,04	\$ 67.682,16
8	\$ 22.560,72	\$ 180.485,76	\$ 45.121,44
9	\$ 22.560,72	\$ 203.046,48	\$ 22.560,72
10	\$ 22.560,72	\$ 225.607,20	\$ -

Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

5.11. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Si la propuesta de este proyecto en mejora del sistema de decantación es aprobada por la planta Harinera Industrial FORTIDEX S.A. el periodo de ejecución en el cual se efectuaría este proyecto sería en 6 meses. Como se observa en el **ANEXO N.-7**.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Existen falencias en el sistema de decantación que permiten de forma general constatar la baja calidad de la producción en la planta Harinera Industrial Fortidex S.A.
- Se Identificó la problemática del sistema productivo de aceite denotando lo siguiente: ineficiencia de separación en equipos, ineficiencia de control de materia prima y reproceso de aceite con impurezas en los cuales los límites operativos actuales en proceso son manejados fuera de rango debido a que el 90% de sus dispositivos de medición están desviados de especificaciones y no aseguran que el sistema no presente afectaciones en el producto obtenido.
- Se evaluó las características de la calidad de aceite y se determinó que mayor parte de las impurezas se generan por falta de saneamiento, por la ineficiencia de equipos en su capacidad operativa, además que actualmente presentan desgaste en sus componentes.
- Por medio de este estudio técnico se obtuvieron las directrices a implementar y proyectarlas en diseño al sistema de decantación propuesto.
- Mediante el análisis del componente económico de la propuesta se permitió conocer el estatus de asignación de recursos de manera distributiva para la consecución del proyecto lo cual es favorable en estabilidad económica y productiva.

- Actualmente Fortidex asume un gasto de \$3.450.000 anuales en tasa de impacto ambiental, mantenimientos consecutivos del sistema de decantación y costos de producción

RECOMENDACIONES

- Aplicar la optimización del sistema de decantación descrito en el Capítulo IV evita que el proceso de obtención de aceite presente fluctuaciones regularizando el proceso y promoviendo a la obtención de producto de calidad óptima.
- Asistir la Sistematización de las operaciones empleadas antes, durante y después del proceso productivo con la finalidad de asegurar una operación factible por medio de las Hojas de Control.
- Invertir en equipos de Tecnología eficiente con especificaciones técnicas descritas en el capítulo IV y así evitar los problemas de generación de flujo residual con alto contenido de materia orgánica sedimentaria del 10% aproximadamente, además de promover una perspectiva de saneamiento en manejo, limpieza y desinfección del área de trabajo y equipos, consolidando así el cumplimiento del sistema de calidad.
- Fomentar una cultura operacional en conocimientos subjetivos para el proceso productivo, garantizando que se cumpla las directrices a implementar para mejora de las etapas de proceso en el sistema de decantación.
- Contribuir a la fiscalización del proyecto para evitar asumir costos innecesarios más de lo estimado del proyecto en sí.
- Optimizar el sistema de decantación reducirá el impacto ambiental, mantenimientos consecutivos en costos laborales, aumento de la producción. La empresa estaría recuperando un aproximado de \$4.840.617 anuales.

BIBLIOGRAFÍA

Flottweg. (01 de septiembre de 2017). Productos. Obtenido de Decanter y sedicanter: <https://www.flottweg.com/>

Valenzuela, A., & Sanhueza, J. B. (2013). El aceite de pescado un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. Santiago: Scielo.

Robert L. Mott. Mecánica de fluidos. Número de Reynolds, flujo laminar, flujo turbulento y pérdidas de energía debido a la fricción.2006

María Rocio Villa Gerley. Manual de Practicas de Quimica General.Segunda Edición – 2007.

Paul A. Tipler – Gene Mosca. Fisica para la ciencia y la Tecnología. Fluidos. Octubre 2006.

Philip J. Reid. Introducción a la fisicoquímica: termodinámica. Sedimentación y centrifugación.2007

Eugenio Muñoz Camacho, Mario Grau Ríos.Ingeniería química.Universidad Nacional De Educación a Distancia. Centrifugación. Madrid 2013

Wallace Woon-Fong Leung. Centrifugal Separations in Biotechnology. Decanter Centrifuge.2007

Dulce María Andrés, Juan Luis Antón. Física y Química 4º ESO (LOMCE). Dilatación térmica. 2016

LINKOGRAFÍAS

<https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/centrifugas/>

<http://www.personales.ulpgc.es/ecastro.dbbf/Descargas/Transparencias/Tecnicas%20generales.pdf>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Centrifugaci%C3%B3n>

http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/favela/tejeda_cap_4.pdf

<http://www.shueiz.com/detalle.php?a=decantadora-centrifuga&t=21&d=64>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Decantaci%C3%B3n>

<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/SECUNDARIA.PDF>

http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/curso/uni_05/u5c3s2.htm

https://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento_t%C3%A9rmico

<http://es.slideshare.net/javierportillo100/curso-de-control-de-slidos>

<https://fjarabo.webs.ull.es/Practics/Oba/ObaFiles/AMater.pdf>

http://www.panoramaacuicola.com/columnas/feed_notes/2016/10/03/calidad_en_el_aceite_de_pescado.html

https://www.academia.edu/10558641/EXTRACCI%C3%93N_Y_REFINACI%C3%93N_DE_ACEITE_CRUDO_DE_PESCADO?auto=download

<http://www.genebre.es/valvula-esfera-paso-total-2-piezas-con-bridas-din>

<http://camaradepesqueria.com/wp-content/uploads/2017/08/GRASAS-Y-ACEITE-DE-PESCADO-ENERO-MAYO-2017.pdf>

ANEXOS

ANEXO N.- 1 PLANO GENERAL DE PLANTA



N°	Considerando de Proyecto
1	Ubicación 24°25'40" S
2	Longitud 80°17'40" W

Nombre de la empresa	
INDUSTRIA HERRERA	
FORTIDEUSA	

Dirección	
Calle de Pinar Km 1.2 de la vía al metro.	

Escala	
1:400	

Fecha	
08/04/2017	

Autor	
F. J. A.	



ANEXO N.- 2 FORMATO DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Encuesta efectuada para obtener datos en el desarrollo del tema de tesis “ESTUDIO TÉCNICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PESCADO PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DECANTACIÓN Y ELEVAR LA CALIDAD EN LA EMPRESA FORTIDEX S.A. ubicada en el recinto Data de Posorja, Provincia del Guayas”.

La finalidad de esta encuesta es obtener información y establecer la correlación del tema en estudio.

Pregunta N°1.

¿Las condiciones en la cual llega la materia prima son las adecuadas?

- d) Si
- e) No
- f) A veces

Pregunta N°2.

¿El grado de frescura en materia prima condiciona la calidad del aceite de pescado?

- d) Si
- e) No
- f) Desconozco

Pregunta N°3.

¿Tiene conocimiento de cómo es el proceso de obtención de aceite y sus puntos de control?

- d) Si
- e) No
- f) Desconozco

Pregunta N°4.

¿Los bajos niveles de temperatura influyen en el proceso de separación?

- a) Si
- b) No
- c) Desconozco

Pregunta N°5.

¿La falta de limpieza o mantenimiento puede afectar al sistema decanter durante la separación de fases?

- d) Si
- e) No
- f) Desconozco

Pregunta N°6.

¿El excedente de sólidos en las centrifugas puede afectar la calidad del aceite?

- d) Si
- e) No
- f) Desconozco

Pregunta N°7.

¿Se debe reprocesar los sedimentos (Borra) extraídos del fondo de los tanques de almacenamiento durante su limpieza?

- c) Si
- d) No

Pregunta N°8.

¿Considera usted que si se procesa de forma independiente la sanguaza mejoraría la calidad del aceite de Pescado?

- c) Si
- d) No

Pregunta N°9.

¿Es necesario la implementación de equipos para mejora del sistema de obtención de aceite?

- c) Si
- d) No

Pregunta N°10.

¿La presencia de impurezas en el aceite puede influir en el estado oxidativo del mismo minimizando su calidad?

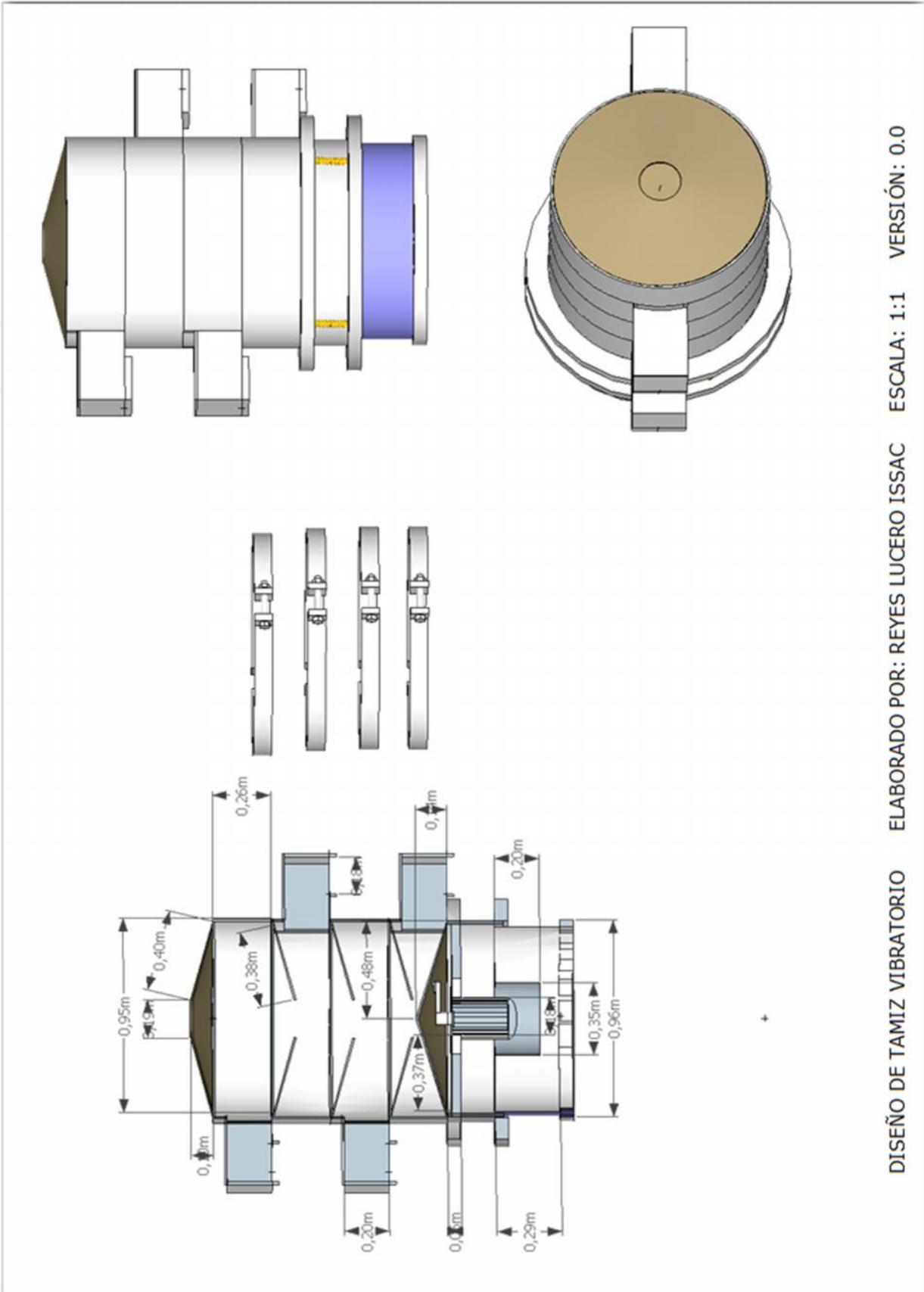
- d) Si
- e) No
- f) Desconozco

Pregunta N°11.

¿Se obtendría un beneficio mejorando el sistema de decantación?

- c) Si
- d) No

ANEXO N.- 3 DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO



DISEÑO DE TAMIZ VIBRATORIO ELABORADO POR: REYES LUCERO ISSAC ESCALA: 1:1 VERSIÓN: 0.0

ANEXO N.- 5 FORMATO BALANCE DE PROCESO

	Registro de Control	BALANCE DE PROCESO		CÓDIGO:
				FECHA
				VERSIÓN 0.0
				PÁGINA 1 de 1

Materia Prima					% Sólidos en Licor			% Porcentaje de Aceite		% Eficiencia de Separación		Sólidos de Separadora	
Hora de Muestreo	Especie Procesada	Toneladas Métricas	% Humedad	% Grasa	Caudal m3/h	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Sólidos	Aceite	% Humedad	% Grasa
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

PRODUCCIÓN / HORA				RENDIMIENTO DE ACEITE			VALOR DE CALIDAD	
Materia Prima	TOTAL TM	SACOS	TM HARINA	Aceite Obtenido	TM	%	Índice de Acidez:	
							Impurezas:	

Firma Responsable

Supervisor de Producción

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

ANEXO N.- 6 CHECKLIST PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

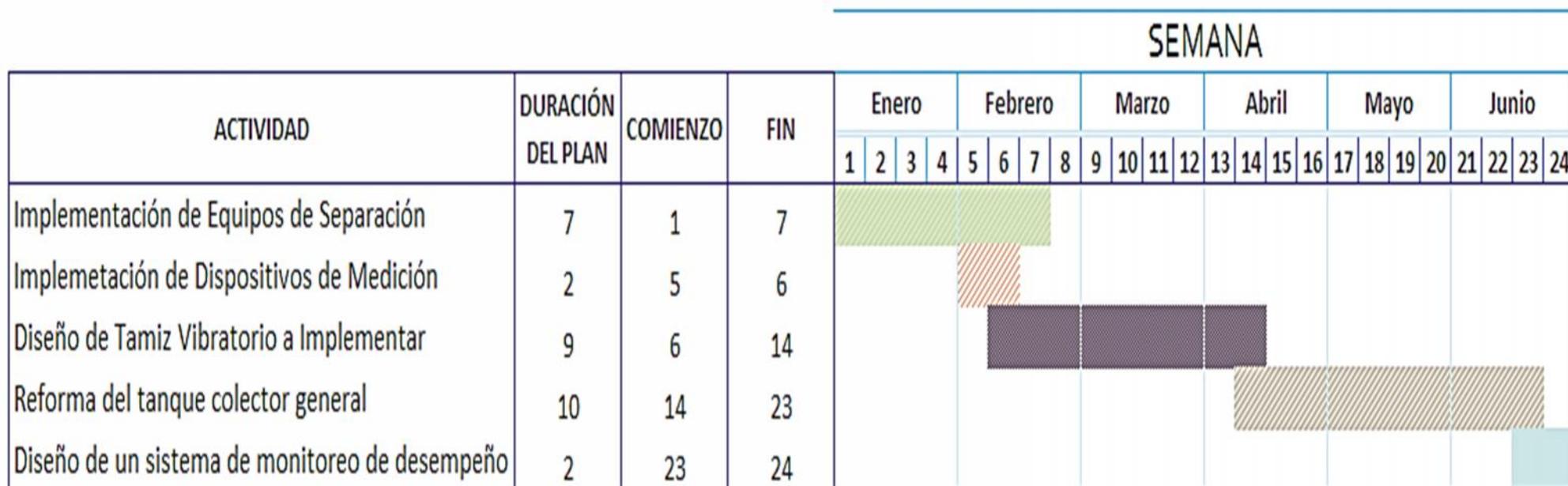
	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	CÓDIGO:
		FECHA
		VERSIÓN 0.0
		PÁGINA 1 de 1

ESTADO DE EQUIPO EN FUNCIÓN DE VIBRACIONES	TIPO DE MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES
<input type="checkbox"/> A VIBRACIÓN AXIAL	MANT. CORRECTIVO <input type="checkbox"/> M.C	Especifique de forma breve la eventualidad prevista
<input type="checkbox"/> V VIBRACIÓN VERTICAL	MANT. PREVENTIVO <input type="checkbox"/> M.P	Carga <input type="text"/> EQUIPO <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> H VIBRACIÓN HORIZONTAL	Sanitización/Desinfección <input type="checkbox"/> Otra	TM/H <input type="text"/> Toneladas métrica por hora <input type="text"/> UBICACIÓN <input type="text"/>

FECHA DE INSPECCIÓN	INPECCIÓN PROXIMA	CÓDIGO ASIGNADO	ESTADO DE EQUIPO			TIPO DE MANTENIMIENTO			HORAS DE TRABAJO	CARGA TM/H	OBSERVACIONES	OPERADOR RESPONSABLE	SUPERVISOR TÉCNICO
			A	V	H	M.C	M.P	OTRA					

Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero

ANEXO N.- 7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN



Fuente: Industrial Harinera Fortidex S.A
Elaborado por: Issac de Jesús Reyes Lucero