



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

TEMA DE TESIS:

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL FUNCIONAMIENTO DE AUTOCLAVES PARA EL AUMENTO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE PLUMAS DE POLLO EN LA FABRICA HARINERA CHALEN UBICADA KM 25 VÍA GUAYAQUIL – COMUNA RIO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA SANTA ELENA.”

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

HECTOR HUMBERTO ROBALINO CHICAIZA

TUTOR DE TESIS:

ING. VICTOR MATIAS PILLASAGUA MSc.

AÑO 2016

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico primordialmente a Dios, a mis padres, esposa e hija, quienes han sido los pilares fundamentales a lo largo de mi vida y carrera profesional, mi apoyo y bendición en todo momento, y quienes con sus palabras de superación y cariño constante, siempre están a mi lado.

Al personal docente que me ha brindado todo el conocimiento que hasta ahora he obtenido, a mi tutor y a mi gran amigo el Ing. Joffre Figueroa que estuvo siempre dispuesto para ayudarme a concluir este trabajo.

Héctor Robalino Ch.

AGRADECIMIENTO

Siempre agradeceré a Dios, por brindarme lo que hasta hoy tengo: vida, salud y familia, gracias a ÉL me mantengo firme en mis convicciones y con mi mente dispuesta a alcanzar mis metas y cumplir mis logros. Es por esto que todo se lo dedico a Él.

A mi papá Jorge Robalino quien me ha brindado toda la ayuda necesaria para poder culminar mis estudios y que ha sido ejemplo de perseverancia demostrándome que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mi mamá Jessi Chicaiza quien con su amor incondicional y cariño, me ha demostrado con su ejemplo que el querer es poder, y ha sido la inspiración de mis estudios.

A mi esposa Marcela Vera que ha estado conmigo en las buenas y en las malas, soportando y apoyando siempre al pilar fundamental de nuestro hogar. Gracias Amor.

A mis hermanos Gerammy Robalino y Jonathan Mejía a quienes los aprecio y los estimo, y les agradezco por tenerme como ejemplo en el ámbito profesional.

A mi papá Marcos Mejía quien me ha brindado confianza y apoyo necesario para adquirir experiencia en mi profesión, y ha sido de ejemplo de superación gracias a su espíritu emprendedor.

A los Docentes de la Facultad que me brindaron sus conocimientos, y que han sido pilares fundamentales para mi formación profesional.

Héctor Robalino Ch.



TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Marco Bermeo García MSc.
DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Marlon Naranjo Láinez MSc.
REPRESENTANTE DEL DIRECTOR
ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.
TUTOR DE TESIS DE GRADO

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
PROFESOR DEL ÁREA

Ab. Brenda Reyes Tomalá MSc.
SECRETARIA GENERAL



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELLECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación “PROPUESTA DE MEJORA EN EL FUNCIONAMIENTO DE AUTOCLAVES PARA EL AUMENTO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE PLUMAS DE POLLO EN LA FABRICA HARINERA CHALEN UBIKADA KM 25 VÍA GUAYAQUIL – COMUNA RIO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA SANTA ELENA.”Es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Héctor Humberto Robalino Chicaiza



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

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL FUNCIONAMIENTO DE
AUTOCLAVES PARA EL AUMENTO DE PRODUCCIÓN DE HARINA
DE PLUMAS DE POLLO EN LA FÁBRICA HARINERA CHALEN
UBICADA KM 25 VÍA GUAYAQUIL – COMUNA RIO VERDE, CANTÓN
SANTA ELENA, PROVINCIA SANTA ELENA**

Autor: *Héctor Robalino Chicaiza* **Tutor:** *Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.*

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene el objetivo de elaborar una propuesta de mejoramiento de las autoclaves, mediante la aplicación de tecnología calorífica en base a las condiciones de los equipos, de los costos de construcción, pero con el objetivo de conseguir un aumento significativo en materia de producción para la empresa.

La investigación trata sobre temas de producción industrial basada en un mejoramiento que se compone de un diseño adecuado que se aplicará sobre las autoclaves, así como de varios lineamientos que serán de ayuda para aumentar la productividad con la optimización de espacio y recurso disponible en la planta.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
CARÁTULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
TRIBUNAL DE GRADO	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO	
INTELECTUAL	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: Generalidades	
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación.....	4
1.3 Planteamiento del Problema.....	5
1.4 Objetivos del Trabajo de Titulación.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7
CAPITULO II: Análisis del sistema de producción actual de la fábrica harinera Chalen	
2. 1 Ubicación de la empresa.....	8
2.2 Historia de la empresa.....	9

2.3 Sistema productivo actual.....	11
2.4 Demanda actual.....	23

CAPITULO III: Análisis de la situación problemática en el funcionamiento de las autoclaves.

3.1 Descripción del proceso de hidrolización.....	25
3.2 Elementos que intervienen en el proceso.....	26
3.2.1 Mano de Obra.....	26
3.2.2 Máquinas y Equipos.....	28
3.2.3 Diagrama de análisis de procesos actual.....	29
3.3. Aplicación de las herramientas técnicas para la determinación del problema.....	31
3.4 Análisis por estudio de métodos para medir productividad.....	32
3.5 Análisis por estudio de tiempo para medir productividad.....	38
3.6 Análisis del problema actual de las autoclaves.....	48
3.7 El funcionamiento de una autoclave.....	49
3.8 Improductividad técnica de las autoclaves actuales.....	52
3.9 Diagnostico de la situación problemática.....	55

CAPITULO IV: Propuesta de Mejora en el funcionamiento de Autoclaves

4.1 Criterio de Propuesta Técnica para elevar la productividad.....	56
4.2 Descripción de métodos de mejoras.....	58
4.3 Eficiencia del Producto con la mejora de producción.....	60
4.4 Resultados Obtenidos.....	62
4.4.1 Indicador de Producción anterior.....	63

4.4.2 Indicador de Producción mejorada.....	64
4.4.3 Balance y Análisis de mejora en la producción.....	69
4.5 Plan de Mejoramiento en las Áreas Producción	73
4.6 Diseño de formatos.....	80
4.6.1 Rediseño de autoclaves	81
4.6.2 Aplicación de tecnología calorífica.....	83
4.6.3. Planos y esquemas de autoclaves habilitadas	87
4.6.4 Diseño de mantenimientos preventivos.....	87
CAPITULO V: Análisis costo-beneficio de la propuesta	
5.1 Costo de la propuesta.....	89
5.2 Financiamiento	91
5.3 Análisis costo beneficio.....	91
5.4 Recuperación de la inversión.....	91
5.5 Cronograma de la implementación.....	92
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFIA	95
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1. Coordenadas de Ubicación de la planta Chalen	9
Tabla 2. Producción de los últimos 5 años de la Industria Chalen	22
Tabla 3. Resultados de la mejora de las 2 autoclaves	24
Tabla 4. Resumen general de diagramas de análisis de procesos	31
Tabla 5. Cuantificación de gastos en la producción actual	37
Tabla 6. Tiempos utilizados por proceso	39
Tabla 7. Datos actuales del proceso de recepción	39
Tabla 8. Datos actuales del proceso de cocción	40
Tabla 9. Datos actuales del proceso de triturado	43
Tabla 10. Datos actuales del proceso de secado	44
Tabla 11. Datos actuales del proceso de molienda	45
Tabla 12. Datos actuales del proceso de ensacado	46
Tabla 13. Datos actuales del proceso de almacenamiento	47
Tabla 14. Diagrama Hombre-Máquina	53
Tabla 15. Programación de Capacitaciones	59
Tabla 16. Calidad nutricional esperada	62
Tabla 17. Mínimos Cuadrados	65
Tabla 18. Demanda Histórica y futura del producto	67
Tabla 19. Producción esperada después del mejoramiento	68
Tabla 20. Cuantificación de gastos en la producción mejorada	72
Tabla 21. Presupuesto de la Propuesta de mejora	89
Tabla 22. Continuación	90
Tabla 23. Comparación de rubros	92
Tabla 24. Cronograma de actividades de la propuesta	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Pág.
Gráfico 1. Ubicación geográfica de la planta	8
Gráfico 2. Plumas de pollo	12
Gráfico 3. Secado de plumas de pollo al aire libre	13
Gráfico 4. Caldero pirotubular	13
Gráfico 5. Marqueta de plumas de pollo cocinadas	15
Gráfico 6. Proceso de triturado	15
Gráfico 7. Proceso de secado	16
Gráfico 8. Proceso de molienda	17
Gráfico 9. Proceso de ensacado	18
Gráfico 10. Almacenamiento del producto terminado	19
Gráfico 11. Diagrama de flujo del proceso actual	20
Gráfico 12. Layout del proceso de harina de plumas de pollo	21
Gráfico 13. Producción en los últimos 5 años	23
Gráfico 14. Organigrama general de la Planta Chalen	28
Gráfico 15. Diagrama de análisis de proceso actual	30
Gráfico 16. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de recepción	39
Gráfico 17. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de cocción	40
Gráfico 18. Carretilla de transporte de las parrillas	41
Gráfico 19. Parrillas oxidadas	42
Gráfico 20. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de triturado	42
Gráfico 21. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de secado	43
Gráfico 22. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de molienda	44
Gráfico 23. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de ensacado	45
Gráfico 24. Procedimiento de ensacado	46
Gráfico 25. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de almacenamiento	47
Gráfico 26. Diagrama hombre-máquina actual	54
Gráfico 27. Diagrama de análisis de procesos: Proceso de cocción mejorado	57
Gráfico 28. Diagrama hombre-máquina mejorado	59

Gráfico 29. Resultados esperados con la mejora	63
Gráfico 30. Producción histórica hasta el año 2015	64
Gráfico 31. Proyección histórica y futura del producto	67
Gráfico 32. Cascos de protección	74
Gráfico 33. Botas de seguridad	75
Gráfico 34. Gafas de protección personal	76
Gráfico 35. Tapones auditivos y orejeras	76
Gráfico 36. Guantes de protección personal	77
Gráfico 37. Mascarillas simples y para gases	78
Gráfico 38. Estibador hidráulico	79
Gráfico 39. Parrillas de acero inoxidable	79
Gráfico 40. Ladrillo refractario	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pág.
Anexo 1. Diagrama de distribución de planta	97
Anexo 2. Diagrama de recorrido de la planta	98
Anexo 3. Diagrama de recorrido mejorado de la planta	99
Anexo 4. Formato de control mensual de mantenimiento preventivo	100
Anexo 5. Formato de control anual de mantenimiento preventivo	101
Anexo 6. Formato de control de calidad	102
Anexo 7. Formato de control de parámetros de producción de la harina de plumas de pollo	103
Anexo 8. Cotas del Autoclave Inoperativo	104
Anexo 9. Cotas del Autoclave tipo marmita	105
Anexo 10. Vista 3D de Autoclave Inoperativo	106
Anexo 11. Vista 3D de Autoclave tipo marmita	107
Anexo 12. Diseño con la mejora en la Autoclave	108
Anexo 13. Ruta de tubería de autoclaves inoperativos	109
Anexo 14. Ruta de tubería de la autoclave tipo marmita	110
Anexo 15. Presupuesto complementario para mejoramiento de autoclaves	111
Anexo 16. Procedimientos de mantenimiento preventivo	112

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abrasión: Desgaste de la superficie de un tejido por la acción mecánica de rozamiento y fricción.

Alúmina: La alúmina es el óxido de aluminio (Al_2O_3). Junto con la sílice, es el componente más importante en la constitución de las arcillas y los esmaltes, confiriéndoles resistencia y aumentando su temperatura de maduración.

Calidad: La calidad es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere a las características de un objeto que le confieren la capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

Erosión: La erosión es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra.¹ La erosión implica movimiento, transporte del material, en contraste con la alteración y disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización y es uno de los principales factores del ciclo geográfico. Entre los agentes erosivos están la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos.² La erosión produce el relieve de los valles, gargantas, cañones, cavernas y mesas, y puede ser incrementada por actividades humanas.³

Deformación: La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

Producción: La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más

específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado.

Gases corrosivos: Cuando se produce un fuego se liberan gases producto de la combustión. Estos gases se producen al quemarse el combustible. Estos gases se componen principalmente de vapor de agua y dióxido de carbono.

Seguridad industrial: La Seguridad es aquella que se ocupa de las normas, procedimientos y estrategias, destinados a preservar la integridad física de los trabajadores, de este modo la seguridad laboral en la industria está en función de las operaciones de la empresa, por lo que su acción se dirige, básicamente para prevenir accidentes laborales y sirven para garantizar condiciones favorables en el ambiente en el que se desarrolle la actividad laboral, capaces de mantener un nivel óptimo de salud para los trabajadores.

Vapor saturado: Los resultados del vapor saturado (seco) cuando el agua es calentada al punto de ebullición (calor sensible) y después evaporada con calor adicional (calor latente). Si este vapor es posteriormente calentado por arriba del punto de saturación, se convierte en vapor sobrecalentado (calor sensible).

INTRODUCCIÓN

El trabajo de titulación de mejoramiento de las autoclaves se elaboró en la planta Chalen, con el motivo de que las autoclaves no prestaban funcionamiento alguno, por ende en base al criterio de los autores se observaron equipos que podrían tener un mejor aprovechamiento en su funcionalidad, pero era necesario realizar cambios para que sea de utilidad al sistema de producción.

La planta Chalen tiene falencias en materia de producción, seguridad industrial, calidad y ambiente. Actualmente ejecuta sus actividades sin las medidas necesarias, pero eso corresponde a otros trabajos de tesis. La propuesta se constituye de los siguientes capítulos:

Capítulo I. Se indica dónde y cómo se formula el problema en la empresa Chalen, con su respectivas razones que justifican la viabilidad de la propuesta.

Capítulo II. Se detalla una breve descripción del sistema actual de producción de la empresa, así como el nivel de producción de sacos manufacturados.

Capítulo III. Se menciona la problemática de las autoclaves, su debido funcionamiento, se realizó un balance de la productividad en cada uno de los procesos de producción y se obtuvo un diagnóstico actual de toda la empresa.

Capítulo IV. Se elabora la propuesta de mejoramiento en el funcionamiento de las autoclaves, se plantean todas las medidas necesarias que complementan a la propuesta.

Capítulo V. En este capítulo se detallan los valores económicos que intervienen en el trabajo de titulación, además se realizó un análisis económico de la viabilidad de la propuesta.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La harina de plumas de pollo es un subproducto proteico que proviene del proceso de la industria avícola, del cual se obtiene la pluma limpia para su respectiva cocción a presión y posterior molienda.

El crecimiento de la producción de la harina de plumas de pollo ha generado efectos positivos, directos e indirectos:

- **Directos:** El producto ha generado gran impacto en el crecimiento de la producción en el sector agropecuario de ciclo corto; en este caso se refiere a la avicultura debido a que está en los primeros lugares de consumo masivo, seguido por el desarrollo del sector agropecuario de largo ciclo como son los ganados vacunos , ovinos, porcinos, caprinos, etc. Adicionalmente proporciona alimentos al sector de acuicultura.
- **Indirectos:** Mejora la dieta alimentaria nacional, debido a que indirectamente el consumidor final (personas) se beneficia de las propiedades nutricionales que la harina de plumas de pollo ofrece al producto.

La industria de los alimentos balanceados, es una de las más relevantes para incrementar la producción agropecuaria nacional, ya que la harina de plumas contiene abundantes proteínas palatables y altamente digestibles, según la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), esto contribuye con la alimentación saludable de los ganados y aves de corral, aumentando la demanda y por ende la producción. Así mismo contribuye a mejorar la productividad en la avicultura, ya que se optimiza el proceso avícola al

extraer un subproducto de un material que en otras circunstancias sería desechado. Por tal motivo podemos afirmar que la industria de harina de plumas está en auge.

Parte de la evolución e historia de la harina de pluma de pollo, describiremos una breve reseña que empieza con la mayor compañía avícola de Estados Unidos es Pilgrim Pride Corporation, dentro de la competencia en esta rama de avicultura está incrementando muy rápido, citaremos algunos países que están catalogados como los más eficientes y productores de calidad de harina aves en el mundo: Canadá (Olymel LP, Lilydale Inc, Maple Leaf Foods), Dinamarca (Lantmannen Danpo), España (Grupo Sada), Francia (Groupe Doux, LDC), Holanda (Astenhof BV, Plukon Royale Group Storteboom), Rusia (Cherkizovo Group, Prioskolye), Reino Unido (2 Sisters Food Group, Moy Park Ltd), Australia (Inghams Enterprises Pty Ltd), China (Doyoo, Jilin Deda, Yuhe International Inc, Zuncheng Waimao Co Ltd), India (Suguna), Japon (Jumongi Chicken Co Ltd, Nippon White Farm Co Ltd, Zennoh Chicken Foods Co Ltd), Argentina (Granja Tres Arroyos), Brasil (Brasil Foods, Marfrig), Chile (Agrosuper), Mexico (Bachoco) entre otras más, la lista numerosa, por lo tanto se anotó la más importantes de Asia, Europa, Oceanía y América.

La producción de harina o alimentos balanceados en el Ecuador según los datos elaborados por CIC-CORPEI (tomado de la revista AFABA¹) muestra que desde el año 2002 se trabajó con una capacidad instalada de 590 TM/hora, en donde se consiguió una producción de 1'150.000 TM anuales. El proceso de producción de alimentos balanceados contribuye con la producción de proteínas de origen animal, que actualmente ha crecido paulatinamente a 20'000.000 TM hasta la fecha. Las principales empresas de balanceados y productoras de harina animal dentro del Ecuador son PRONACA, PROFASA y ANHALZER. Estas empresas utilizan el proceso de hidrolización para la producción de harina de plumas de pollo, así como lo hace la fábrica harinera Chalen. Para efectuar este proceso se

¹ AFABA Asociación de Alimentos Balanceados

necesita de autoclaves industriales, calderos, secadores, molinos, motores y válvulas para el control del ciclo productivo.

La fábrica Harinera Chalen es una empresa líder en la fabricación y comercialización de harina de plumas de pollo para uso en la industria alimenticia de ganado y dietas de acuicultura, su participación en el mercado nacional se inició en el año 2006. Actualmente se encuentra ubicada en la comuna Rio Verde, provincia de Santa Elena.

La fábrica Harinera Chalen no cuenta con un sistema de autoclaves en funcionamiento, por lo que se elaboró la propuesta como colaboración con esta empresa que no tiene competencia en el mercado local, razón por lo que es necesario aplicar la mejora de autoclaves en el sistema de producción actual con tecnología disponible, con un alcance económico bajo para el presupuesto de sus propietarios.

1.2 Justificación

La Harinera Chalen actualmente tiene en sus instalaciones dos autoclaves industriales de segunda mano que no son operativas, por esta razón se aplicará un método alternativo en la estructura física de la autoclave con la finalidad de aumentar la capacidad de producción. Es necesario mejorarlos debido a que estos llegan a 400°C de capacidad calorífica. El trabajo de titulación busca conseguir un máximo de temperatura calorífica de 800°C y a su vez optimizar el caldero para el funcionamiento de las autoclaves antes mencionadas. Todo esto conllevará a un incremento en la producción de sacos de harina de pluma de pollo en la empresa.

El **propósito** de esta propuesta es aumentar la producción incrementando la temperatura de los calderos a 800°C aplicando tecnología calorífica, que consiste en hacer un encamisado con ladrillos refractarios recubriéndolos con planchas térmicas, aumentando así la capacidad calorífica de los mismos dando opción a

que disminuya el tiempo de cocción y que aumente la producción de 120.000 kg anuales a 336.000 kg anuales.

La **importancia** de la propuesta es la reducción del tiempo de secado de las plumas, por lo que se logrará optimizar el tiempo en el proceso de producción de harina de plumas de pollo.

Dentro de la propuesta existe un plan de mejoramiento de producción que consiste en la realización de formatos técnicos para el manejo adecuado de la materia prima proporcionando un producto de calidad, así como un plan de seguimiento constante de las autoclaves después de la mejora respectiva.

El **plan** constará de un estudio de métodos para: mejorar los tiempos operativos, eliminar las tareas innecesarias, realizar una correcta distribución de espacio en las instalaciones, elaborar diagramas para medir la productividad, y capacitar al personal de acuerdo a las normas de técnicas de producción (seguridad industrial, salud ocupacional y ambiente).

El **beneficio** será el incremento de la producción en términos de sacos de harina de plumas de pollo, por ende también el aumento de los ingresos económicos en base a la venta del producto antes mencionado.

1.3 Planteamiento del Problema

En la fábrica Harinera Chalen existe una baja producción de harina de plumas de pollo según demanda existente, debido a que en la actualidad existe solo una autoclave en funcionamiento y dos no operativas.

El problema radica en las autoclaves que aún no entran en funcionamiento, por las decisiones al momento de comprar: se quiso abaratar costos y se evadió el

asesoramiento técnico, sin tomar en cuenta los datos metódicos de las autoclaves y no avizorando la demanda futura.

Todo esto conlleva a una producción mínima en la actualidad, debido a la demora en el tiempo de cocción generando bajos rendimientos económicos, por eso se toma como mayor factor de importancia a mejorar con esta propuesta, la baja capacidad calorífica que poseen las autoclaves no operativas.

Es importante resaltar los inadecuados procedimientos del proceso de producción, por lo cual es necesario implementar métodos de agilidad tanto de maquinaria, equipos y personal.

Tomando este antecedente, se considera que existe el problema de caídas en los parámetros de producción que afecta al rendimiento de la empresa. Las razones primordiales son: la inadecuada manipulación de las maquinarias, la falta de graduación manual de los manómetros, no se controlan los tiempos parametrizados y no se tiene un hábito de higiene en las instalaciones, por ende el rendimiento de cada una de las máquinas no es eficiente a causa de la falta de limpieza e inadecuadas prácticas de manufactura, generando anomalías que afectan al sistema de producción.

La planta harinera Chalen actualmente cuenta con una sola autoclave operativa de 18 parrillas con una temperatura de 800°C, y produce un total de 120.000 kg de harina anual, con un ingresos de ventas de \$912.000 anuales.

1.4 Objetivos del Trabajo de Titulación

1.4.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de mejora en el funcionamiento de las autoclaves aplicando tecnología calorífica, para el incremento de la producción de harina de

pluma de pollo en la fábrica Harinera Chalen ubicada Provincia de Santa Elena, comuna de Rio Verde.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar el sistema de producción actual de la fábrica harinera Chalen.
- ✓ Analizar la situación actual del funcionamiento de las autoclaves inoperativas.
- ✓ Aplicar tecnología calorífica en las dos autoclaves industriales.
- ✓ Establecer un diseño económico del costo-beneficio de la propuesta de mejora.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ACTUAL DE LA FÁBRICA HARINERA CHALEN

2.1 Ubicación de la Empresa

La Harinera Chalen es una empresa peninsular dedicada al procesamiento de las plumas de pollo, para la producción de harina.

La fábrica Harinera Chalen está ubicada en el km 25 vía Guayaquil en la comuna Río Verde, parroquia Chanduy, cantón Santa Elena, provincia Santa Elena.

El terreno donde se encuentra la fábrica de harina de plumas de pollo es de propiedad del gerente de la empresa. Anteriormente se alquilaba una instalación en Monteverde, pero debido al término de la sociedad y al costo de alquiler se optó por mover la planta a su ubicación actual.

Gráfico 1. Ubicación Geográfica de la Fábrica Chalen



Fuente: Google Maps

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 1. Coordenadas de Ubicación de la planta Chalen

VÉRTICE	COORDENADAS		COORDENADAS	
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
A	9°755,106 N	510,751 E	2° 18' 20,8" S	80° 41' 49.5" W
B	9°755,216 N	511,034 E	2°18' 20,2" S	80° 41' 47.1" W
C	9°754,790 N	511,352 E	2° 18' 9" S	80° 41' 48.9" W

Fuente: Google Maps

Elaborado por: Héctor Robalino

2.2 Historia de la Empresa

En la actualidad la fábrica Harinera Chalen es la única en el mercado de la Península de Santa Elena. Esta empresa empezó con una idea dada por el señor Alfonso Pallares puesto que tenía experiencia en la creación de dichas maquinarias tanto así que, fue él quien construyó las maquinarias en la empresa pesquera JUNSA. Dada su trayectoria y experiencia Pallares pensó en montar su propia fábrica, sin embargo por la falta de recursos económicos se vio en la necesidad de formar una sociedad con el señor Carlos Chalen. En el año 2004 alquilaron una fábrica ubicada en la comuna de Monteverde, para producir harina a partir de las plumas de pollos.

Se obtuvo una buena acogida en las ventas de harina de plumas de pollo, sin embargo luego de 2 años de trabajo, en el año 2006 el señor Carlos Chalen culmina la sociedad con el señor Pallares y optó en montar su propia fábrica ubicada en la comuna Rioverde. Instaló sus maquinarias construidas artesanalmente. Empezó primero ensamblando un caldero, después una autoclave y un molino; después de 9 meses debido a que el proceso de secado tardaba demasiado, se implementó un secador rotatorio de segunda mano para la utilización en la planta.

Para ese entonces la fábrica Chalen ya se había quedado sin su principal proveedor de materia prima: la Avícola Fernández. Estos en vista de notar que las plumas, vísceras (tripas, extremidades, cabeza) y sangre de pollo podían ser procesadas y tenían gran acogida en el mercado por su alto contenido proteico, también optaron en poner su propia empresa harinera, ocasionando un gran problema competitivo a la planta después de su creación.

Debido al gran inconveniente en la adquisición o compra de plumas de pollo, la empresa harinera Chalen se vio en la necesidad de realizar un estudio de mercado para conocer el índice de consumo diario de pollo en la Provincia de Santa Elena. Satisfactoriamente se determinó que la población de la provincia consume 20.000 pollos diarios. Mediante este estudio se reveló que hay un alto potencial en la localidad, por lo tanto se decidió recolectar las plumas de pollo por sectores, haciendo una planificación de recorridos. Con el tiempo la empresa capta toda la materia prima a nivel peninsular y de la ruta del Spondylus convirtiendo a la Distribuidora Piedra en su mayor proveedor.

En el año 2010, la harina de plumas de pollo Chalen tuvo mayor aceptación en el mercado convirtiendo a la empresa en proveedor no de una empresa, si no de varias empresas. En ese momento la harinera empieza a darse cuenta que la demanda es cada vez más alta teniendo que satisfacer hasta 280.000 kg de harina anuales, mientras que en la actualidad cuenta con una producción anual de 120.000 kg de harina representados en 2.400 sacos de 50 kg a un valor de \$38,00 teniendo un ingreso anual de \$91.200,00.

Actualmente, el precio del saco está en \$40,00 por tal razón basándose en la alta demanda existente y en la mejora de la planta, se desea poner en operación dos autoclaves que están fuera de funcionamiento, debido a que no cumplen la capacidad calorífica deseada. Para aumentar la producción se necesita acelerar el proceso de cocción, por ende existe la necesidad de hacer una mejora de las autoclaves para poder cumplir con la demanda.

También forma parte de la historia de la planta Chalen, la calidad de harina que entrega al mercado, desde sus inicios el nivel de proteínas de 78% se ha mantenido hasta la actualidad, refiriéndose a una harina producida artesanalmente, a diferencia de la competencia que es procesada industrialmente con una calidad baja debido a que su harina contiene mayores niveles de grasa.

Los compradores prefieren la harina de la empresa Chalen principalmente por su contextura. Los clientes realizan muestras o análisis para observar los valores permisibles de proteínas, ceniza y grasa, estos resultados son muy favorables para la empresa porque la consideran una harina especial.

2.3 Sistema productivo actual

La fábrica Harinera Chalen se dedica a procesar las plumas de pollo hasta convertirlas en harina, con el objetivo de convertirse en un concentrado proteico palatable y altamente digestible para los animales, empacados en sacos de 50 kg para consecutivamente ser vendidos.

El proceso de producción de la harina de plumas de pollo fue adquirido mediante la investigación respectiva y las visitas técnicas realizadas previamente en sus instalaciones.

1.- Materia Prima

La materia prima son, fundamentalmente, las plumas de pollo procedentes del faenamiento de las aves de corral (pollos de corral, gallinas ponedoras), pertenecientes a la distribuidora Piedra y otros proveedores ubicados dentro de la provincia.

Gráfico 2. Plumas de Pollo



Fuente: Fábrica Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

El señor Roberto Garnica, proveedor de materia prima colabora con la recolección de las plumas de pollo en los puntos estratégicos de todas las avícolas de la provincia de Santa Elena.

2.- Recepción

El proceso de producción comienza con la recepción de plumas de pollo en la planta Chalen, las cuales son traídas por camiones hasta la bodega de la planta en sacos de 40 kg, se receipta generalmente 1,5 toneladas por cada desembarque, resultando en 9 toneladas semanales de plumas de sus diferentes proveedores.

El proceso de recepción de sacos de pluma de pollo, consiste en la descarga de los sacos desde el camión hasta al área de admisión, este proceso lo ejecutan los trabajadores que son los encargados de bajar paulatinamente cada saco, esta actividad dura un tiempo de 30 minutos/día aproximadamente en cada desembarque. En total se realizan 6 desembarques a la semana obteniendo un resultado de 180 minutos/semana de tiempo en descargar la materia prima de los transportes respectivos.

Se chequea el estado de las plumas, si están secas se prepara todo lo necesario para el proceso de cocción, pero si las plumas están húmedas, producto de la misma sangre en el momento del faenamamiento del ave, se coloca toda la cantidad

de plumas húmedas en un área de secado cercana a la planta, para que la acción del sol ayude a secarlas, el tiempo que se demora para el secado es de 1 día.

Grafico 3. Secado de plumas de pollo al aire libre



Fuente: Industria Chalen
Elaborado por: Héctor Robalino

2.- Cocción

Antes de la cocción de la materia prima, se realiza previamente una revisión de las condiciones de la pluma de pollo, si estas ya se encuentran secas, se chequea también las propiedades organolépticas (olor, textura) pasando este control se procede al cocinado respectivo.

Grafico 4. Caldero Piro tubular



Fuente: Industria Chalen
Elaborado por: Héctor Robalino

Para el proceso de cocción se debe preparar primeramente el caldero, antes de la operación del autoclave, el operador debe revisar los niveles de combustible, la cantidad necesaria de agua de los tanques de almacenamiento, así como la calidad de agua es necesario inspeccionarla antes del encendido de la caldera, puede encontrarse restos de basura o algún material que obstruya las tuberías del caldero, esto influiría en que los equipos fallen al momento de la cocción perjudicando la calidad del cocinado de las plumas de pollo.

Es necesario explicar que en la fábrica Chalen opera dos calderos:

- Para el proceso de cocción se utiliza comúnmente el caldero pirotubular (Véase el gráfico 4), este caldero se lo utiliza mayormente por la eficacia de producir vapor de agua en menos tiempo, opera con 90 minutos para que se lleve efecto la hidrolización del autoclave.
- En cambio hay otro caldero tipo olla de presión que realiza el mismo proceso de hidrolización pero se demora un poco más de tiempo, este proceso de cocinado con este equipo dura unas 2 horas y 30 minutos, suele utilizarlo cuando el otro caldero está en mantenimiento.

Antes del proceso de hidrolización se coloca los 40 kg de plumas de pollo en un promedio de 18 parrillas por cada saco de materia prima, y estas deben ser introducidas al interior del autoclave, instantáneamente luego de este procedimiento los autoclaves son cerrados herméticamente con una palanca donde el operador del equipo aplica torque hasta su cierre.

Luego estas plumas son cocinadas a una temperatura de 800⁰C, con una presión de 60 – 70 PSI (libras/pulgadas²) gracias al vapor de agua obtenida con el caldero, en un periodo de una hora y media, una vez que estas plumas están cocinadas se las extrae del autoclave manualmente y se las deposita en una plataforma para posteriormente sacar las plumas de las parrillas.

Como parte del proceso de cocción es importante mencionar que el promedio de sacos de harina de plumas de pollo que resultan en base de la producción de plumas de pollo húmedas es casi relativo, se obtiene un promedio de 5 – 6 sacos diarios, dependerá exclusivamente del grado de humedad que contenga la materia prima y la cantidad de aire caliente y así como tiempo de exposición en el proceso de hidrolización que reciba en el interior de los autoclaves.

Grafico 5. Marquetas de plumas de pollo cocinadas



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

3.- Triturado

El proceso de triturado consiste en el fraccionamiento de toda la materia sólida (pluma de pollo) en pequeños fragmentos que faciliten al secador una remoción de toda humedad, ayudando también a la función del tornillo “sin fin” en transportarla con mayor facilidad.

Después del cocinado son retiradas las marquetas de plumas de pollo y pasan a introducirlas en una tolva trituradora, en este punto para el triturado necesitamos que el operador ingrese manualmente marquetas de plumas, el tiempo que opera tanto el equipo como el operador dependerá exclusivamente del lote de materia prima, pero en el caso de la máquina trituradora emplea un promedio de un minuto para moler totalmente.

Grafico 6. Proceso de Triturado



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Hay momentos donde el operador de la máquina trituradora necesita la ayuda de otro trabajador que le ayude pasando las marquetas secas de plumas de pollo (Véase el gráfico. 7), este procedimiento adicional conlleva agilizar el tiempo de procesamiento de la harina, así aprovechando la operatividad de los equipos.

4.- Secado

El secado es una operación comúnmente utilizada a nivel industrial en toda fábrica de cualquier índole de producción, consiste en la exclusión total de la humedad o líquido (cantidades mínimas de agua) contenida aun en el cuerpo sólido, se elimina mediante contacto directo con una corriente de aire caliente en forma de vapor y esto es llevado a cabo por un secador rotatorio.

Esta operación se realiza mediante un tornillo sin fin, que traslada la pluma de pollo hasta el secador que cumple la función de secar las plumas a una temperatura de 90 a 100°C en un tiempo promedio de 8 minutos.

Gráfico 7. Proceso de Secado



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

En el proceso de secado se debe controlar los siguientes parámetros: que esté listo el quemador con los niveles de combustible necesario para producir aire caliente, para que el secador trabaje óptimamente se requiere una temperatura de 100°C. El secador rotatorio tiene una capacidad de 4 TN/h para la producción de harina de plumas de pollo.

5.- Molienda

El objetivo de la molienda es conseguir harina en forma de un polvillo, para que este producto pueda ser digerido, según los diferentes requerimientos de nuestros compradores y consumidores. Este proceso se efectúa después del secado, una vez ya secas son llevadas por otro tornillo sin fin hasta el molino que es el encargado de pulverizar las plumas ya trituradas hasta convertirlas en harina.

Grafico 8. Proceso de Molienda



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

El proceso de molienda tiende a amontonarse gran cantidad del producto en el tornillo sin fin, por eso se debe abrir una compuerta para la salida de la aglomeración de la materia prima, y el obrero debe colocarla nuevamente al tornillo para volver al proceso de molienda. En este punto del proceso de producción de la harina, el obrero debe siempre estar pendiente de la actividad del molino como también de la harina procesada, porque pueden quedarse las plumas en la entrada de las muelas del molino, el obrero que está presente en la gráfico 8 donde se verifica que el equipo no pierda el ritmo de producción.

6.- Ensacado y Almacenamiento

Este último proceso tiene el objetivo de ensacar la harina inmediatamente después de la molienda, para evitar la adsorción de la humedad o en casos especiales se podría contaminar por los alrededores de la planta.

Este proceso de ensacado se realiza manualmente donde el operador previamente coloca un saco abierto sujetado en los extremos en compuerta de salida del molino, se abre la compuerta pequeña y se llena rápidamente los sacos de yute con la harina procesada, esta operación la realiza con la ayuda de una escoba para remover la cantidad de producto que se queda en la compuerta del molino.

Grafico 9. Proceso de Ensacado



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Después de llenar una cantidad considerable de harina procesada en el saco, se procede a pesar correctamente en una balanza con el peso final de 50 kg por cada saco, el obrero debe utilizar una pala para colocar la cantidad faltante de harina, para terminar la operación de ensacado. La cantidad de sacos que se obtiene gracias a la producción de la planta es de 14 sacos diarios con un total de 700 kilogramos al día, con un esperado de 336 sacos/ mensuales.

El producto luego del ensacado pasa a ser almacenado en lugar seco y fresco dentro de las inmediaciones de la planta, procurando que el lugar de almacenaje este cercano para ser transportado correctamente en camiones para los clientes.

Grafico 10. Almacenamiento del producto terminado



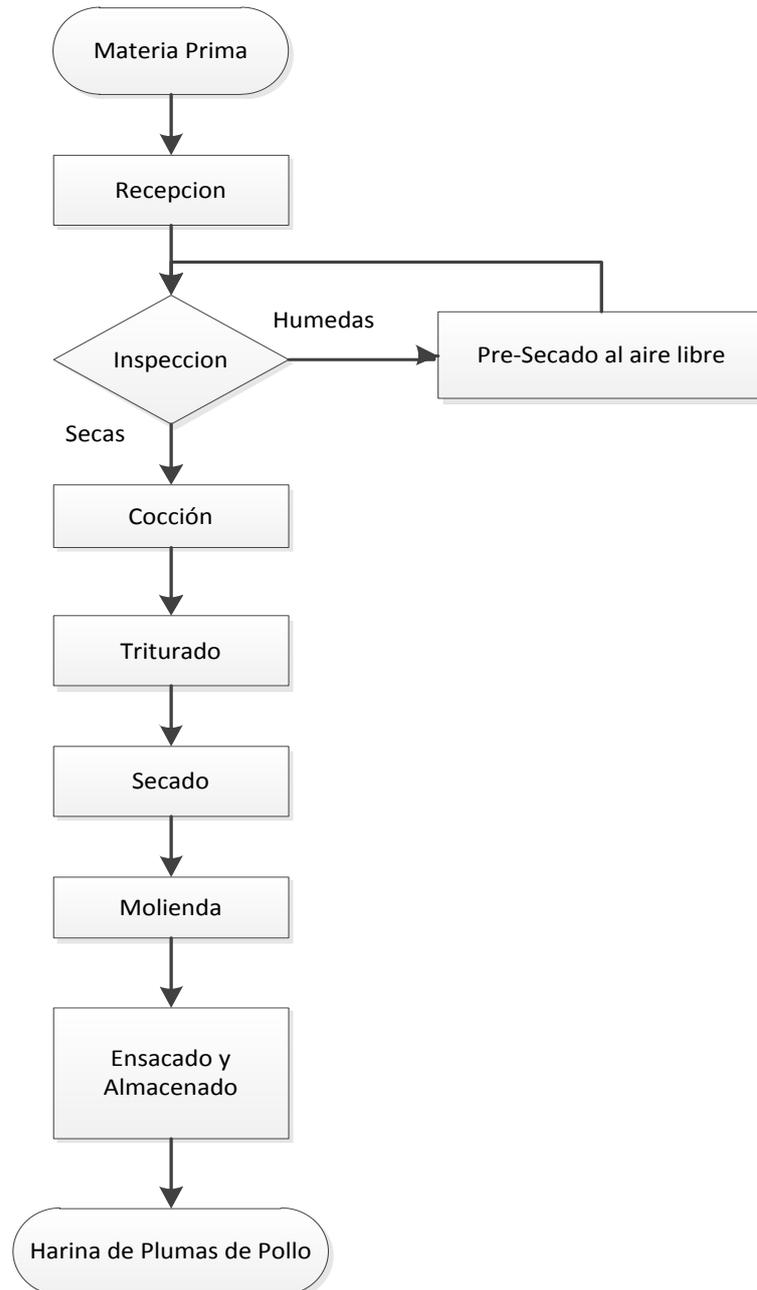
Elaborado por: Héctor Robalino

Fuente: Industria Chalen

Dentro del sistema productivo de la empresa, elaboramos un diagrama de planta donde se describe la ubicación de cada uno de las operaciones que intervienen en el procesamiento de harina de plumas de pollo. Véase este diagrama está en el Anexo 1, de este documento.

De igual manera se elaboró un diagrama de flujo sobre el procesamiento de las plumas de pollo. Véase en el grafico 12 de a continuación:

Gráfico 11. Diagrama de Flujo del proceso actual

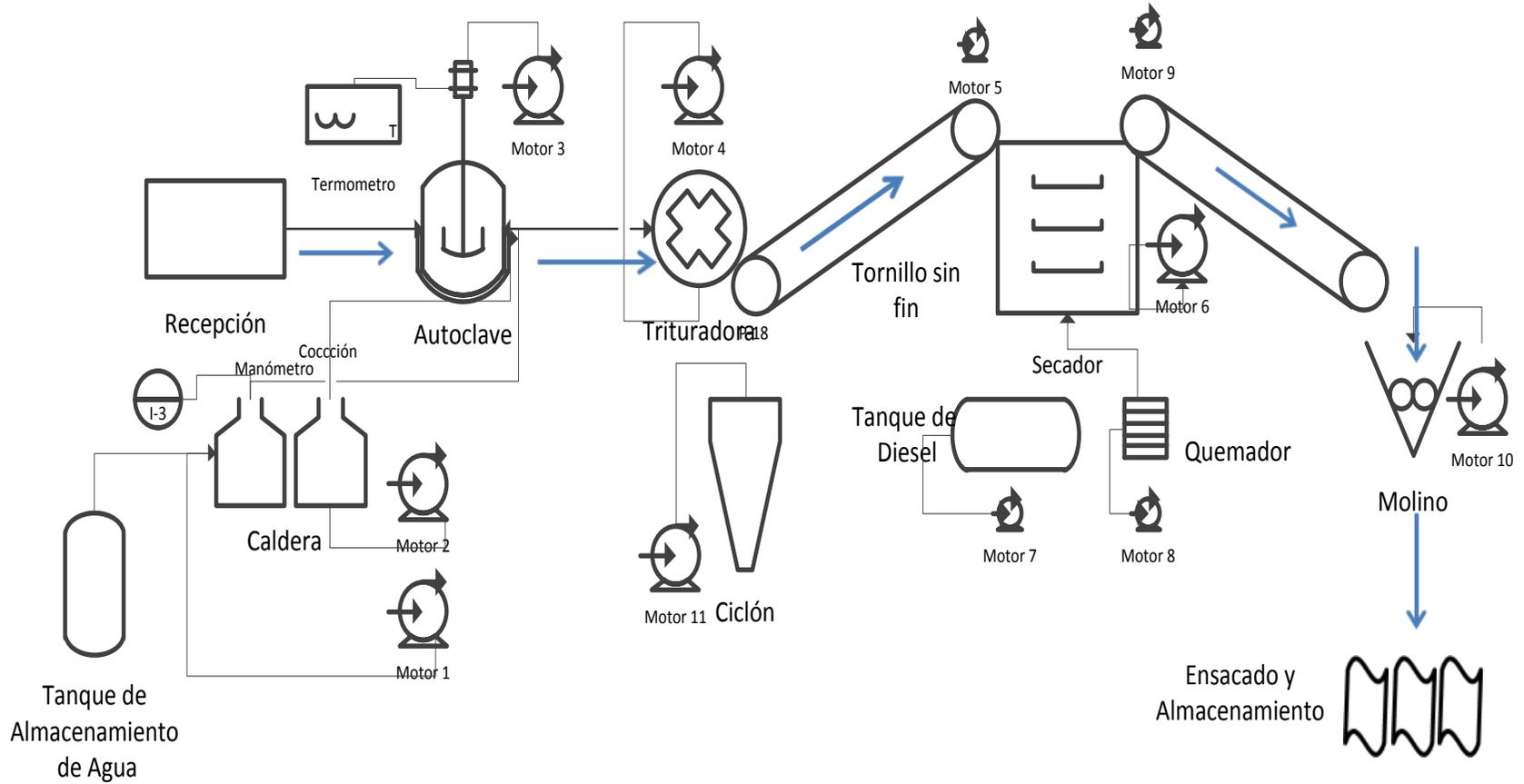


Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Para un entendimiento claro sobre la temática de producción de la planta Chalen se elaboró un layout de todas las operaciones que realizan actualmente, véase en el siguiente grafico 12:

Gráfico 12. Layout del proceso de harina de plumas de pollo



Fuente: Industria Chalen
Elaborado por: Héctor Robalino

7. Propiedades físicas de la harina

- Libre de infestación, calentamiento, hongos y compactaciones.
- Olor: Característico fresco a carne de aves. Libre de olores objetables (olor amoniacal, rancio, moho, productos químicos y otros).
- Color: Café claro o marrón.
- Granulometría: cribado en malla No. 8,2 %, Malla No. 10,4 % Máximo.

8. Producción Actual

Actualmente la empresa Harinera Chalen con la autoclave operativa de 18 parrillas produce un total de 14 sacos diarios, 84 sacos semanales, 336 sacos mensuales, 4.036 sacos anuales con un promedio 201.600 kg/anuales de harina de plumas de pollo procesada y con 414.720 kg de materia prima receptada al año.

Se elaboró un balance de producción en los últimos cinco años respecto a la harina de plumas de pollo. Véase en la siguiente tabla:

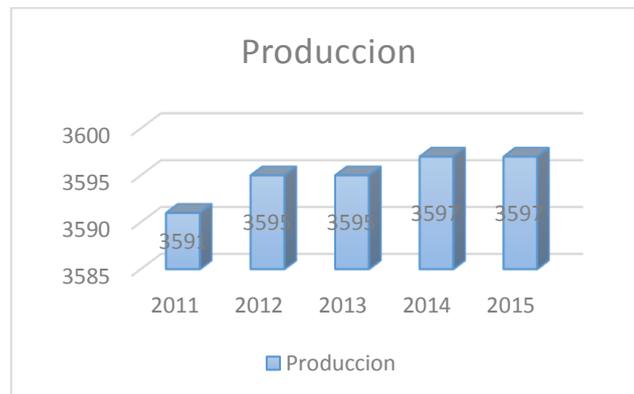
Tabla 2. Producción de los últimos 5 años de la Industria Chalen

Año	Producción (sacos anuales)
2011	3.560
2012	3.520
2013	3.595
2014	3.602
2015	3.598

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Grafico 13. Producción en los últimos 5 años



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

La gráfica muestra que la producción de la fábrica Chalen se ha mantenido en el transcurso de los últimos 5 años en el procesamiento de sacos de harina de plumas de pollo, esto se debe a que la harinera Chalen cuenta con el mismo sistema de producción, por lo tanto su mercado es limitado en la provincia de Santa Elena.

2.4 Demanda actual

La demanda actual del mercado es de 1.036 sacos/mensuales con un total de 51.800 kg de harina de plumas de pollo al mes, esto se pudo determinar mediante la información brindada por el jefe de producción de la fábrica, debido a que se vende 336 sacos de harina/mes distribuidos de la siguiente forma:

- 150 sacos de harina de plumas destinados al Ing. Walter Hernández. Usados específicamente para la alimentación de ganado vacuno.
- 100 sacos de harina de plumas destinados a la Bióloga. Ana Araceli. Empleados para la alimentación de peces y larvas de camarón.
- 50 sacos de harina de plumas destinados al Sr. Emilio Gómez. Destinados particularmente para la alimentación de aves (polluelos).
- 36 sacos de harina de plumas destinados a los minoristas. Lo usan como carnada para realizar pesca artesanal o deportiva.

La diferencia de la demanda que es 700 sacos serán destinados para la empresa Select Food, mediante un contrato aprobado por ambas partes, que se deberá cumplir en el año 2017, esta negociación se basó principalmente en la calidad de la harina gracias a sus altos contenido proteicos y a su buena contextura, además tiene bajos porcentajes de ceniza y grasa. Estos resultados fueron tomados en cuenta por la empresa siendo muy favorables al momento de considerarlos como proveedores.

Por lo tanto, tomando en cuenta los 700 sacos de harina requeridos y los 336 que se comercializan actualmente, es necesario poner en operación los dos autoclaves que están fuera de funcionamiento, debido a que con uno solo no se cumpliría con los 1036 sacos mensuales que se deben de distribuir a partir del siguiente año representados en 51.800 kg de harina de plumas de pollo al mes.

Con la mejora de las dos autoclaves se pretende conseguir los siguientes resultados:

Tabla 3. Resultados de la mejora de los 2 Autoclaves

Autoclave 1 20 Parillas - 800°C-110 PSI	Autoclave 1 20 Parillas - 800°C-110 PSI	Total de Producción = Autoclave 1+Autoclave 2
16 sacos diarios*50kg por saco	16 sacos diarios*50kg por saco	1.400 kg/día
96 sacos mensuales*50kg por saco	96 sacos mensuales*50kg por saco	9.600 kg/semana
384 sacos mensuales*50kg por saco	384 sacos mensuales*50kg por saco	38.400 kg/mensual
4608 sacos anuales*50kg por saco	4608 sacos anuales*50kg por saco	460.800kg/anual

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

La demanda actual del mercado es de 1.000 sacos/mensuales con un total de 50.000 kg de harina de plumas de pollo al mes, la tabla anterior indica que con la propuesta se producirá más cantidad de harina, con el objetivo de abarcar mayor mercado para de tal manera incluir y satisfacer a más compradores.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS AUTOCLAVES

3.1 Descripción del proceso de hidrolización

Para conocer la situación actual de la autoclave, se debe tratar su principio de funcionamiento, que es la transformación de la harina de plumas de pollo producida mediante la *hidrolización*². Este proceso se realiza mediante temperaturas y presiones elevadas, la autoclave funciona con estos parámetros para dicha operación y mediante este proceso se obtiene una descomposición de la materia sólida, lista para las operaciones de secado y molienda.

La producción de harina de plumas es un proceso de transformación, ya que las plumas están constituidas por queratina lo que hace necesario degradarla mediante hidrólisis para que sea digerible.

Una hidrólisis muy alta, es decir, una digestibilidad en pepsina del 90% es el resultado de una harina sobrecocida que a su vez se va a presentar una calidad nutricional baja, porque ha ocurrido un alto nivel de desnaturalización de la proteína, mientras que una hidrolisis baja, es decir, una digestibilidad en pepsina del 50% significa que la harina no ha alcanzado el nivel de cocción necesario. Las plumas en crudo tienen un contenido de cisteína alto y durante el procesamiento se rompen sus enlaces disulfuro, se van a destruir los aminoácidos azufrados y se va a ver reducidas la calidad nutricional de la proteína. La harina de plumas hidrolizadas contiene entre un 80% a 85% de proteína cruda y en un 3 a 5% de

² Hidrolización es una reacción química del agua con una sustancia. A este tipo de reacción se le conoce a menudo como doble descomposición o intercambio. En otras palabras es la descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas en otras más sencillas por acción de agua: la hidrólisis de una sal forma disoluciones ácidas o básicas.

grasa y no más del 10% de humedad, su color final es dorado o marrón medio y su olor fresco a carne de aves.³

3.2 Elementos que intervienen en el proceso

Los elementos que intervienen tanto en el sistema de producción y la operación de las autoclaves de la fábrica Harinera Chalen son: la mano de obra, maquinarias o equipos, así como también los recursos que se utilizan en el procesamiento de harina de plumas de pollo. En el procesamiento de las plumas de pollo no actúan elementos que se añaden a la harina como por ejemplo; perseverantes, u otros químicos para mejorar las condiciones del producto para la venta.

- Las plumas son principalmente de los pollos o gallinas ponedoras, después del respectivo proceso de faenamiento, son recolectadas previamente para ser compradas y procesadas por la fábrica Chalen.
- Los principales recursos que emplea el sistema de producción, es el agua para los calderos, combustibles para el quemador del secador, así como también los calderos, y la utilización de energía eléctrica para la operación de cada uno de los equipos.

3.2.1 Mano de Obra

El personal de la planta industrial es técnico, es decir sus conocimientos son a base de la experiencia adquirida por la cantidad de años en áreas específicas en el manejo y la operación de las máquinas y equipos a fines del procesamiento de harina de plumas de pollo.

³ Estudio y Evaluación de Digestibilidad en harina de pluma y sangre, Ing. Elizabeth Cristina Combariz Roa. Pág. 20 y 21

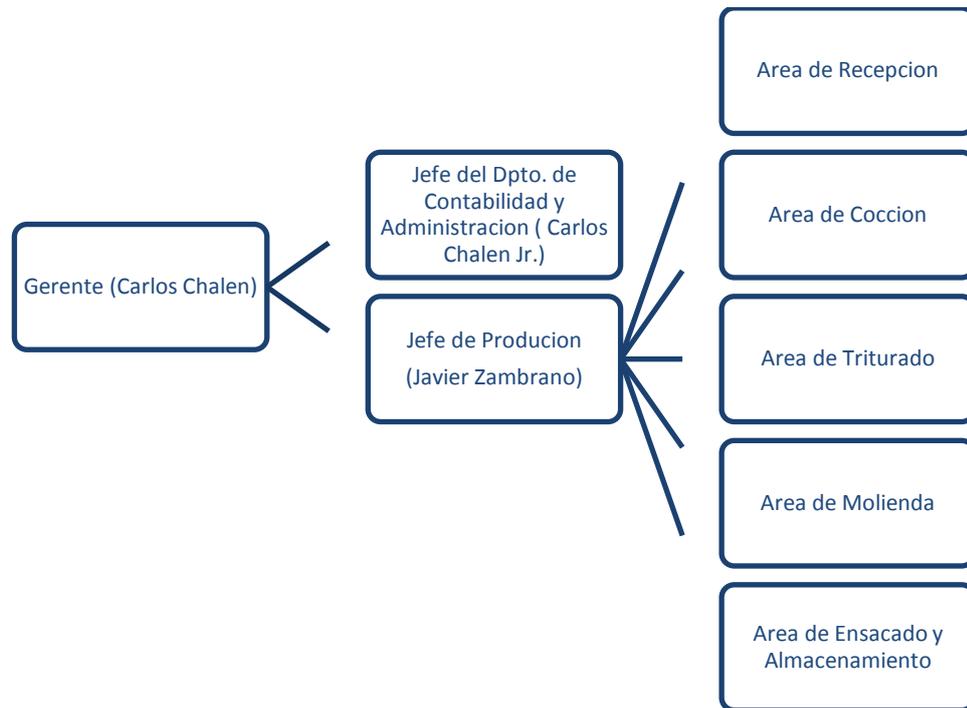
El personal de la planta trabaja una jornada de 8 horas diarias actualmente, las actividades que desempeñan los trabajadores van de acuerdo a las tareas que asigne el Jefe de Producción, que incluye la operatividad y control de las maquinarias, desde el inicio, durante y finalización del proceso de producción.

Con la propuesta de trabajo de titulación se incrementará la producción, así como también aumentará la materia prima que se receptorá en las inmediaciones de la planta, por lo que se podría extender un poco más la jornada de trabajo, además de contratar personal adicional para las diferentes áreas de producción como la recepción, triturado, ensacado y almacenado.

Actualmente, el personal que labora en la fábrica Harinera Chalen son 6 obreros para el sistema de producción, un guardia privado que vive dentro de las instalaciones, un Jefe de Producción para la supervisión y control, un Jefe de Contabilidad y Administración de la empresa, y por último el Gerente General. En total tiene un personal de actividades productivas 7 y 3 de actividades administrativas, que suman 10 personas en la Planta Chalen.

Para conocer la estructura organizacional de la empresa Chalen se elaboró un organigrama con cada uno de los puestos que desempeñan los trabajadores de la planta. Véase la gráfica 14:

Gráfico 14. Organigrama general de la planta Chalen



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

3.2.2 Máquinas y Equipos

La maquinaria que interviene en el proceso de transformación de la harina, es una maquinaria antigua, prácticamente de segunda mano y se encuentra en condiciones regulares puesto que ha trabajado durante varios años y el desgaste que tiene es notorio.

Las maquinarias que se utilizan en el sistema productivo de la harina de plumas de pollo, que operan actualmente son:

- 1 Caldero pirotubular.
- 1 Caldero tipo cocina.
- 2 Autoclaves industriales.
- 1 Autoclave tipo Marmita.

- 1 Transformador.
- 2 Motores de 2hp.
- 1 Secador Rotatorio.
- 1 Motor de 10 hp para la extracción de aire de la caldera.
- 1 Motor de 10 hp para la extracción del humo del ciclón.
- 2 Motor de ½ hp para el transporte de combustible de la calderas.
- 2 Motores de 3 hp para la alimentación de agua para la dos calderas.
- 1 Motor de 15 hp para la utilización del molino.
- 1 Motor de 20 hp para el empleo del triturador.
- 1 Motor de 5 hp para el movimiento del secador rotatorio.

3.2.3 Diagrama de análisis de proceso actual

Como toda planta industrial dentro de la estructura organizacional, está el departamento de ingeniería donde se encuentra la documentación de la ejecución de las actividades productivas, en este caso se elaboró un diagrama de análisis de flujo actual, con el objetivo de analizar cada una de las variables que intervienen de acuerdo al proceso de transformación ejecutado actualmente.

La finalidad de este diagrama es para conocer el manejo de los materiales, la maquinaria disponible, el equipo necesario y el tiempo empleado para su operación. Véase el gráfico 15 para conocer con exactitud el diagrama de análisis de procesos:

Gráfico 15. Diagrama de análisis de proceso actual

DISTANCIA (m)		TIEMPO (min)	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.
			Se controla que los sacos de plumas de pollo esten cerrados antes	○	→	□		
3	1		Se descarga individualmente los sacos de plumas de pollo	○	→	□		
2	3		Colocación de los sacos de plumas de pollo en el área de recepción o	○	→	□		
10	15		Revisar los niveles de agua del tanque de almacenamiento antes de encender la bombas de agua respectivamente de los 2 calderos	○	→	□		
5	3		Revisar los niveles de combustible antes del encendido de la bombas de alimentacion de los tanques de almacenamiento de los 2 calderos	○	→	□		
6	3		Encender el transformador, encender la bomba de expulsion de humo, para previamente encender la bomba de agua y la bomba de combustible mediante el panel de control para el encendido de los	○	→	□		
3	2		Calentar el caldero con una presion entrada de 40 - 60 PSI con una temperatura de 100 - 120°C	○	→	□		
1	6		Trasladar la materia prima en las parrillas correspondientes	○	→	□		
10	20		Ingresar todas las parrillas dentro del autoclave	○	→	□		
1	8		Elevar la presion a 100 PSI para la hidrolizacion de los autoclaves	○	→	□		
1	1		Revisar la temperatura de cocinado de 800 °C y la presion de 100 a 110 PSI en el autoclave	○	→	□		
6	1		Procesamiento de las plumas de pollo en el interior de los autoclaves	○	→	□		
0	90		Reduccion de presion del caldero, para posterior baja temperatura del autoclave	○	→	□		
1	1		Retirar las parrillas con las plumas de pollo cocinadas	○	→	□		
2	15		Transportar las marquetas de plumas de pollo cerca de la maquina	○	→	□		
10	1		Esperar que la temperatura de salida de plumas de pollo se reduzca gracias a la temperatura propia del ambiente antes del ingreso a la	○	→	□		
0	10		Revisar si las plumas de pollo estan un poco frias para manipularlas y colocarlas a la trituradora	○	→	□		
3	1		Encender previamente el triturador	○	→	□		
1,5	1		Recoger las marquetas de plumas de pollo necesarias y colocarlas cerca de la entrada al triturador	○	→	□		
3	2		Subir unas escaleras que permiten al operador ingresar las marquetas de plumas de pollo	○	→	□		
1	0,2		Ingresar correctamente las marquetas y empujarlas levemente hasta las muelas del triturador	○	→	□		
0	1		Revisar los niveles de combustible del tanque almacenamiento del quemador	○	→	□		
2	2		Encendido del quemador	○	→	□		
3	0,25		Se calienta previamente el secador para obtener una temperatura optima de 100 - 120°C	○	→	□		
2	0,35		Encendido del motor para el movimiento rotatorio del secador	○	→	□		
2	0,3		Transporte de la pluma de pollo desde el tornillo sin fin al secador	○	→	□		
3,65	0,1		Secado totalde las plumas de pollo	○	→	□		
2	45		Revisar las muelas del molino antes de su encendido	○	→	□		
2	1		Encendido del motor para la utilizacion del ciclon	○	→	□		
1	1		Encendido del motor que opera con el molino	○	→	□		
2	2		Retirar las cantidades de harina procesada que se aglomera en el tornillo sin fin del molino	○	→	□		
1,5	3		Introducir nuevamente la harina para el proceso de molienda	○	→	□		
0	5		Harina puverizada lista para el ensacado	○	→	□		
0	1		Revison de las condiciones fisicas de los sacos	○	→	□		
1	1		Separar los sacos defectuosos	○	→	□		
0,5	1		Colocar el saco correctamente en la salida del molino	○	→	□		
0,5	4		Llenar manualmente los sacos con harina con la ayuda de una escoba	○	→	□		
3	2		Colocar el saco de harina en la balanza para el llenado con su peso	○	→	□		
1	3		Retirar la aglomeracion de harina molida que se estanca en la salida	○	→	□		
10	1		Transportar los sacos en el area de bodega	○	→	□		
1	1		Colocar los cierres hermeticos en los sacos	○	→	□		
0	1		Colocar las respectivas etiquetas del producto	○	→	□		
5	2		Ubicar los sacos en grupos pequenos para el momento del transporte de la venta de los sacos de plumas de pollo	○	→	□		▽
114,65	263,2			24	5	8	3	1

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 4. Resumen general del diagrama de análisis de procesos

Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia
	24	197	31.5
	5	37.1	45.65
	8	13	26
	3	15	3
	1	2	5

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

En resumen tenemos que el procesamiento de la harina de plumas cumple 24 operaciones con la mayor cantidad de tiempo de 197 minutos; 5 actividades de transporte con 37.1 minutos; 8 actividades de control con 13 minutos; 3 actividades de demora con un promedio de 15 minutos; y 1 actividad de almacenamiento que alcanza 2 minutos, este análisis indica en dónde se basará la propuesta, es decir, en las actividades con mayor cantidad de tiempo.

3.3 Aplicación de las herramientas técnicas para la determinación del problema

La metodología que se empleó para medir el problema o cuantificar el daño de las autoclaves, fue mediante la observación de las áreas que componen la planta, los equipos y las maquinarias. Se detalló cada información obtenida mediante las charlas o conversaciones con el personal. Estos diálogos fortalecieron el conocimiento sobre la temática de las autoclaves y el procesamiento de la harina de plumas.

Dentro de las herramientas técnicas que fueron utilizadas están: la cronometrización de tiempos empleados para cada actividad, capturas de imágenes hacia los trabajadores para la valoración del grado de intensidad del trabajo de cada proceso, así como la implementación de algunos recursos bibliográficos obtenidos en páginas web, libros digitales, estudios técnicos escritos, para especificar la problemática.

3.4 Análisis por estudio de métodos para medir productividad

El estudio de métodos consiste en evaluar el proceso de producción y cada una de las actividades productivas realizadas en la planta, vale la pena recordar que en este punto se procede a medir la productividad de la planta y a realizar un muestreo de trabajo⁴.

En primer lugar, **la productividad** se define como una medida de la eficiencia de las operaciones de la empresa, relacionando la producción de productos o servicios con el consumo de los recursos necesarios para producirlos.

La productividad se obtuvo mediante la comparación entre la producción mensual y los recursos utilizados (mano de obra, recursos básicos, maquinarias y servicios prestados). Entonces se debe calcular lo que la empresa gasta para la producción de harina de pluma de pollo.

Para generación del vapor se necesitan:

- Combustible.
- Energía eléctrica.
- Mano de obra.

$$1 \text{ hp} = 15,64 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} \text{ (dato estandar en calderas)}$$

Por lo tanto para 25 hp:

$$25 \text{ hp} * 15,64 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{1 \text{ hp}} * \frac{2,205 \text{ lb}_{\text{vapor}}}{1 \text{ kg}_{\text{vapor}}} = 862,155 \frac{\text{lb}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

⁴ Muestreo de Trabajo dentro de la práctica de las actividades productivas son analizadas mediante formatos si son útiles o no útiles para dicha producción.

En las 8 horas de jornada laboral:

$$822,155 \frac{lb_{vapor}}{h} \times 8h = 6.897,24 lb_{vapor}$$

Para el secado, el requerimiento de vapor baja al 55% debido a que el producto ya ha alcanzado su máxima temperatura.

$$6.897,24 lb_{vapor} * 0,55 = 3.793,482 lb_{vapor}$$

Requerimiento de combustible para obtener el vapor saturado

Por requerimiento del fabricante de la caldera marca Cleaver Brooks, similar a la caldera pirotubular que posee la planta, para producir 15.000 libras de vapor se requiere 19.624,47 btu, en base a las necesidades de la fábrica entonces el requerimiento en btu:

$$3.793,482 lb_{vapor} * \frac{19.624,47 btu}{15.000 lb_{vapor}} = 4.963 btu$$

De acuerdo a las especificaciones de la marca Cleaver Brooks se necesita 1 galón de fuel oil el cual tiene 450 btu:

$$4.963 btu * \frac{1 galon fueloil}{200 btu} = 25 galones fueloil$$

Costo del galón de fuel oil: \$2,50

Costo de vapor saturado: \$62,50

Requerimiento de combustible en el quemador del secador

1 galón de diésel = \$ 1,037

Se necesita por lo menos 5 galones diarios para el accionamiento de los quemadores por lo tanto se gastaría un promedio de \$ 5,185 diarios por concepto de diésel. Con esto se obtendrá un cálculo para el valor mensual de diésel que sería de \$5,185 * 24 días laborables, al mes esto resulta \$124,44 que la planta debe invertir.

Dotación de agua para la caldera:

De acuerdo a las mediciones y anotaciones del Jefe de Producción se describe que la cantidad de agua es de 5 galones por cada 5 – 10 minutos, para la producción de libras de vapor en la caldera, entonces debemos calcular un tiempo promedio:

$$x = \left(\frac{10 + 5}{2}\right) \text{min}$$

$$x = \left(\frac{15}{2}\right) \text{min}$$

$$x = 7,5 \text{ min}$$

Si en 7,5 minutos se utilizan 10 galones y en el proceso de cocción se utilizan 90 minutos, entonces obtendremos lo siguiente:

$$7,5 \text{ min} \rightarrow 10 \text{ galones}$$

$$360 \text{ min} \rightarrow x \text{ galones}$$

$$x = \frac{360 \text{ min} * 10 \text{ galones}}{7,5 \text{ min}}$$

$$x = 480 \frac{\text{galones}}{\text{dia}}$$

1 galón de agua potable tiene un volumen de 0,003785 metros cúbicos, entonces:

$$480 \text{ galones} * \frac{0,003785 m^3}{1 \text{ galon}} = 1,8168 m^3$$

Si consume 0,9084 metros cúbicos diarios, el consumo mensual es de:

$$1,8168 \frac{m^3}{\text{dia}} * \frac{24 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 43,6032 \frac{m^3}{\text{mensual}}$$

De acuerdo a los costos por el servicio de agua potable, obtenemos el siguiente consumo para la producción de vapor saturado:

$$1 m^3 = \$ 0,525$$

$$43,6032 \frac{m^3}{\text{mensual}} * \frac{\$ 0,525}{1 m^3} = \$ 22,89168 /mes$$

Se tiene un consumo adicional de agua para la limpieza de las maquinarias y de las instalaciones. Se utiliza un promedio de 1 m³ para la respectiva asepsia de la empresa.

Entonces en los 24 días laborales se obtuvo 24 metros cúbicos para limpieza, en donde el costo se detalla a continuación:

$$24 \frac{m^3}{\text{mensual}} * \frac{\$ 0,525}{1 m^3} = \$ 12,60 /mes$$

El costo de agua total utilizada en el mes es:

$$\text{Agua} = \$ 22,90 + \$ 12,60 = \$ 35,50$$

Por lo tanto nuestro caudal para alimentación de la caldera pirotubular:

Energía eléctrica

En la caldera tipo Pirotubular

1 motor de 10 hp = 7,4667 kW * 8 horas = 59,73 kWh

1 motor de 3 hp = 2,24 kW * 8 horas = 17,92 kWh

1 motor de ½ hp = 0,373 kW * 8 horas = 2,987 kWh

En el secador rotatorio

1 motor de ½ hp = 0,373 kW * 8 horas = 2,987 kWh

1 motor de 5 hp = 3,73 kW * 8 horas = 29,87 kWh

En el triturador

1 motor de 20 hp = 14,93 kW * 8 horas = 119,47kWh

1 motor de 10 hp = 7,4667 kW * 8 horas = 59,73 kWh

En el molino

1 motor de 15 hp = 11,2kW * 8 horas = 89,6 kWh

Total de Electricidad

Consumo de Electricidad = 59,7 kWh + 17,92 kWh + 2,987 kWh + 2,987 kWh + 29,87 kWh + 119,47kWh + 59,73 kWh + 89,6 kWh

Consumo de Electricidad = 382,264 kWh

El costo de electricidad según las estipulaciones de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, es de\$ 0.09467 por 1 kWh.

Consumo Diario = 382,264*\$ 0,09467 = \$ 36,18

Consumo Mensual = \$ 36,18 * 24 días laborales = \$ 868,53

Mano de Obra

1 Jefe de Producción (Calderista)

1 Contador

2 Operadores del Autoclave

2 Operadores de Recepción

1 Operador de la Trituradora

1 Operador del Molino

Sueldo básico para los operadores de la planta = \$ 360,00

Sueldo para el Contador de la empresa = \$ 600

Sueldo para el Jefe de Producción = \$ 500

Costo de mano de Obra = \$360*6 = \$ 2.160

Costo total del personal = \$ (2.160 + 500 + 600)= \$ 3.260

Tabla 5. Cuantificación de Gastos en la Producción Actual

Rubro	Costo
Combustible	124,44
Energía Eléctrica	868,53
Agua Potable	31,60
Mano de Obra	3.260
Vapor saturado	62,5
Total	4.347,07

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Entonces en nuestra productividad en la empresa es la siguiente:

$$Productividad = \frac{Produccion}{Recursos Utilizados} \times 100\%$$

$$Productividad = \frac{336}{4.347,07} * 100\%$$

$$Productividad = 7,72\% \approx 8\%$$

Por lo tanto se obtuvo un valor promedio de 8 puntos de productividad, esto muestra que necesariamente por ser una fábrica de equipos regulares, sin normas de manufactura, ni procedimientos específicos para realizar cada una de las operaciones que interviene en el sistema de producción, se analizarán las respectivas variantes que podría mejorar aquella productividad actual.

Otro punto importante del estudio de métodos, es mejorar la utilización en el uso de distancias empleadas para el cumplimiento de las actividades que compone el sistema de producción. Es necesario elaborar un diagrama de recorrido para conocer los posicionamientos de cada área de trabajo, y el espacio comprendido que recorre el empleado en la zona de trabajo para llevar a cabo todas las actividades productivas. El diagrama de recorrido ⁵se encuentra en el Anexo 2, de este documento.

3.5 Análisis por estudio de tiempo para medir productividad.

Para el estudio de tiempos se tomó de referencia al diagrama de flujo de procesos ⁶ para la medición del tiempo empleado para cada una de las actividades asignadas a los trabajadores de la planta, es por eso que se realizarán evaluaciones para tener referencia de la cantidad de tiempo que es usado en el proceso de producción.

El personal actual cumple con el sistema de producción de harina de plumas, de acuerdo a nuestras mediciones se obtuvo que en la jornada laboral de las 4 primeras horas, los siete trabajadores divididos de acuerdo a su área o puesto de trabajo, utilizan los siguientes tiempos para su respectivo cumplimiento:

⁵ Diagrama de recorrido de actividades complementa el diagrama d flujo de proceso pues permite visualizar los transportes de las instalaciones de manera de poder eliminarlos o reducirlos en cantidad y distancia.

⁶ El diagrama de flujo de procesos muestra una secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y los almacenamientos.

Tabla 6. Tiempos utilizados por proceso

Proceso	Tiempo
Recepción	30 minutos
Cocción	90 minutos
Secado	15 minutos
Triturado	30 minutos
Molienda	30 minutos
Ensacado y Almacenamiento	30 minutos
Total	225 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Se repiten las mismas actividades del proceso de producción en las siguientes 4 horas laborales, de la jornada diaria de cada trabajador de la fábrica.

Se realizará una valoración de cada proceso que interviene en el sistema de producción, midiendo el tiempo promedio para la realización de cada actividad, y analizando si existen problemas que afecten a cada uno de los procesos en cuestión.

La productividad de cada proceso resultará de la división de la cantidad de producción de sacos de harina de plumas de pollo día sobre el tiempo promedio de todas las acciones que componen cada proceso.

Gráfico 16. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Recepción

METODO		Actual						
PROCESO DE		Recepción						
ELABORADO POR		Héctor Robalino						
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Cti.	D.	Al.	
3 metros	1 minuto	Se controla que los sacos de plumas de pollo esten cerrados antes de su	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 metros	3 minutos	Se descarga individualmente los sacos de plumas de pollo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 metros	15 minutos	Colocación de los sacos de plumas de pollo en el área de recepción o acopio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	19							

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 7. Datos actuales del proceso de recepción

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	19 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculo

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{19} \times 100\% = 73,68 \%$$

Análisis

El proceso de recepción corresponde un 73,68 %, el cual cumple con un tiempo óptimo en el sistema de producción, de la planta Chalen. Los operarios cumplen con esta actividad, teniendo en cuenta que el trabajo debe realizarse con la prontitud requerida para empezar con el procesamiento de las plumas de pollo. Se podría mejorar la productividad en este punto aplicando medios de transporte para agilizar la actividad de recepción.

Gráfico 17. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Cocción

		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS "FABRICA HARINERA CHALEN"					
METODO		Actual					
PROCESO DE		Coccion					
ELABORADO POR		Hector Robalino	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.
5 metros	3 minutos	Revisar los niveles de agua del tanque de almacenamiento antes de encender la bombas de agua respectivamente de los 2 calderos			□		
6 metros	3 minutos	Revisar los niveles de combustible antes del encendido de la bombas de alimentacion de los tanques de almacenamiento de los 2 calderos			□		
3 metros	2 minutos	Encender el transformador, encender la bomba de expulsion de humo, para previamente encender la bomba de agua y la bomba de combustible mediante el panel de control para el encendido de los calderos	○				
1 metro	6 minutos	Calentar el caldero con una presion entrada de 40 - 60 PSI con una temperatura de 100 - 120°C	○				
10 metros	20 minutos	Trasladar la materia prima en las parrillas correspondientes		⇒			
1 metro	8 minutos	Ingresar todas las parrillas dentro del autoclave	○				
1 metro	1 minuto	Elevar la presion a 100 PSI para la hidrolizacion de los autoclaves	○				
6 metros	1 minuto	Revisar la temperatura de cocinado de 800 °C y la presion de 100 a 110 PSI en el autoclave			□		
0 metros	90 minutos	Procesamiento de las plumas de pollo en el interior de los autoclaves	○				
1 metro	1 minuto	Reduccion de presion del caldero, para posterior baja temperatura del autoclave			□		
2 metros	15 minutos	Retirar las parrillas con las plumas de pollo cocinadas	○				
36 metros	150 minutos	Resumen de Actividades	6	1	4	0	0

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 8. Datos actuales del proceso de cocción

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	150 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculo

$$Productividad = \frac{Produccion}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{150} \times 100\% = 9,33\%$$

Análisis

La productividad resultó un 9,33 % en el proceso de cocción, en el cual se tomó la cantidad de tiempo total empleado para realizar completamente el proceso. En este caso hay tiempos extensos en acciones que complican al operador. Esta operación es la que interviene específicamente en el caldero, en la actualidad opera normalmente pero amerita un mantenimiento correctivo, para que el tiempo de cocción sea menor, y que la hidrolización que se efectúe sea más eficiente que la actual.

De acuerdo a las mediciones de tiempo que fueron tomadas a cada una de las actividades que componen el proceso de cocción, se observaron dos actividades que están causando anomalías en este proceso:

- En el traslado de las parrillas de plumas de pollo a la autoclave, el área donde se colocan las plumas de pollo en las parrillas está cerca a la zona de cocción, pero el problema es una carretilla mecánica (véase el grafico. 18) que no puede trasladar tantas parrillas posibles, dado que su capacidad no soporta tanto peso, por este motivo se debe buscar un mejor medio de transporte para la movilización de todas las parrillas.

Gráfico 18. Carretilla para transporte de las parillas



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

- El ingreso y la salida de las parrillas de la autoclave abarcan un problema en el proceso de cocción, esto se radica en la colocación individual de las 18 parrillas al equipo, la cual se realiza manualmente. La manera de manipularlas resultan en un procedimiento inadecuado para el operario, ya que realiza movimientos forzosos que afectan su salud. Como medida prevención para la salud del personal encargado de esta área, se implementará un estibador hidráulico, el cual facilitará la colocación de estos materiales en el interior de la autoclave.

La alternativa para mejorar la calidad del proceso de cocción, es la implementación o la utilización de parrillas hechas de acero inoxidable. Con esta mejora se brindará un mejor tratamiento a las plumas en el momento de su hidrolización.

Gráfico 19. Parrillas oxidadas.



Fuente: Planta Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Gráfico 20. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Triturado

		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS "FABRICA HARINERA CHALEN"					
		Actual					
PROCESO DE		Triturado					
ELABORADO POR		Hector Robalino					
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Cti.	D.	Al.
10 metros	15 minutos	Transportar las marquetas de plumas de pollo cerca de la maquina	○	⇒			
0 metros	10 minutos	Esperar que la temperatura de salida de plumas de pollo se reduzca gracias a la temperatura propia del ambiente antes del ingreso a la maquina trituradora				□	
3 metros	1 minuto	Revisar si las plumas de pollo estan un poco frias para manipularlas y colocarlas a la trituradora					□
1,5 metros	1 minuto	Encender previamente el triturador	○				
3 metros	2 minutos	Recoger las marquetas de plumas de pollo necesarias y colocarlas cerca de la entrada al triturador	○				
1 metro	20 segundos	Subir unas escaleras que permiten al operador ingresar las marquetas de plumas de pollo	○				
0 metros	1 minuto	Ingresar correctamente las marquetas y empujarlas levemente hasta las muelas del triturador	○				
18,5 metros	30,2 minutos	Resumen de Actividades	4	1	1	1	0

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 9. Datos actuales del proceso de triturado

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	30,2 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculo

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{30,2} \times 100\% = 46,35 \%$$

Análisis

La productividad es de 46,35% en el proceso de triturado, la cual es aceptable, sin embargo necesita medidas técnicas que deben ser aplicadas inmediatamente, para evitar tiempos de demora, procurando que el trabajador cumpla con estas medidas para mejorar el proceso, así como el trabajo del operario.

En el análisis del proceso de triturado se encontró una novedad en una actividad que puede tardar, dependiendo de la cantidad de marquetas de plumas de pollos obtenidas de la operación de cocción, sin embargo encontramos un tiempo de demora de 10 minutos en la medición de campo, esto se debe al reposo de las marquetas para el respectivo enfriamiento y puedan tener una temperatura ambiente, donde el operario encargado de la operación de la trituración pueda manipularla sin ningún peligro de recibir un daño por quemadura.

Gráfico 21. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Secado

		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS "FABRICA HARINERA CHALEN"				
METODO		Actual				
PROCESO DE		Secado				
ELABORADO POR		Hector Robalino	Op.	Trp.	Ctl.	D.
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES				Al.
2 metros	2 minutos	Revisar los niveles de combustible del tanque almacenamiento del quemador	○	⇒	□	▽
3 metros	0,25 segundos	Encendido del quemador	○	⇒	□	
3 metros	0,35 segundos	Se calienta previamente el secador para obtener una temperatura optima de 100 - 120°C	○	⇒	□	
2 metros	0,30 segundos	Encendido del motor para el movimiento rotatorio del secador	○	⇒	□	
3,65 metros	10 segundos	Transporte de la pluma de pollo desde el tornillo sin fin al secador	○	⇒	□	
2 metros	45 minutos	Secado totalde las plumas de pollo	○	⇒	□	
15,65 metros	49 minutos	Resumen de Actividades	4	1	1	0 0

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 10. Datos actuales del proceso de secado

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	49 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculo

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{49} \times 100\% = 28,57\%$$

Análisis

Según las mediciones de tiempo, el proceso de secado tiene una productividad de 28,57%, siendo una productividad tolerante, no obstante se puede mejorar, siempre y cuando que el proceso de triturado sea más óptimo, por ende la materia procesada ingresará en mayor cantidad y en menor tiempo, y se adoptarían correcciones inmediatas para agilizar el proceso de producción.

El proceso de secado se puede mejorar con la implementación de algunas medidas como: realizar mantenimientos correctivos en base a recuperar la máxima capacidad de calentamiento del secador, colocar dispositivos para la medición de calor para el control de la temperatura de entrada y salida de la materia procesada.

Gráfico 22. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Molienda

		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS "FABRICA HARINERA CHALEN"					
							
METODO		Actual					
PROCESO DE		Molienda					
ELABORADO POR		Hector Robalino	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES					
2 metros	1 minuto	Revisar las muelas del molino antes de su encendido	○	⇒	□	□	▽
1 metro	1 minuto	Encendido del motor para la utilización del ciclón	○				
1 metro	1 minuto	Encendido del motor que opera con el molino	○				
2 metros	2 minutos	Retirar las cantidades de harina procesada que se aglomera en el tornillo sin fin del molino	○				□
1,5 metros	3 minutos	Introducir nuevamente la harina para el proceso de molienda	○				
0 metros	5 segundos	Harina puerizada lista para el ensacado	○				
7,5 metros	8,05 minutos	Resumen de Actividades	5	0	1	1	0

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 11. Datos actuales del proceso de molienda

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	20 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculos

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{20} \times 100\% = 70\%$$

Análisis

La productividad del proceso de molienda es del 70% dando a entender que el tiempo empleado no es un problema que afecte a este proceso. Sin embargo existen otros problemas técnicos, como anomalías que fueron mencionadas en el capítulo anterior, de las cuales las más importantes son: aglomeración de materia procesada en el tornillo sin fin de la molienda, concentración de harina en la compuerta de salida del molino y el tamaño de la tolva del molino. Todo esto perjudica a los procesos posteriores a la molienda, y por ende es motivo de corrección inmediata. La empresa implementará un plan de mejoras relacionadas a los lineamientos de la estructura de las máquinas y equipos.

Gráfico 23. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Ensacado

METODO		Actual						
PROCESO DE		Ensacado						
ELABORADO POR		Hector Robalino	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.	
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.	
0 metros	1 minuto	Revision de las condiciones físicas de los sacos	○	⇒	□	□	▽	
1 metro	1 minuto	Separar los sacos defectuosos	○	⇒	□	□	▽	
0,5 metro	1 minuto	Colocar el saco correctamente en la salida del molino	○	⇒	□	□	▽	
0,5 metro	4 minutos	Llenar manualmente los sacos con harina con la ayuda de una escoba	○	⇒	□	□	▽	
3 metros	2 minutos	Colocar el saco de harina en la balanza para el llenado con su peso específico	○	⇒	□	□	▽	
1 metro	3 minutos	Retirar la aglomeracion de harina molida que se estanca en la salida del molino	○	⇒	□	□	▽	
7 metros	12 minutos	Resumen de Actividades	5	0	1	1	0	

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 12. Datos actuales del proceso de ensacado

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	21 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculos

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{21} \times 100\% = 66,67\%$$

Análisis

La productividad de este proceso de producción es del 66,67%. El procedimiento que se aplica para efectuar con la operación de ensacado afecta directamente al trabajador, es decir, el método de llenado de la harina en los sacos es inapropiado de acuerdo a las normas de Seguridad y Salud en el trabajo, ya que interviene posiciones forzadas y movimientos repetitivos como se observa en el gráfico 21. Todo esto afecta principalmente a la ergonomía del trabajador, por eso se tomará medidas urgentes como procedimientos específicos para realizar este tipo de tareas.

Gráfico 24. Procedimiento de Ensacado



Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Una mejora adicional para evitar los problemas ergonómicos del trabajador, es implementar un elemento mecánico que no permita la aglomeración de la harina, en la salida del molino.

Gráfico 25. Diagrama de Análisis de Procesos: Proceso de Almacenamiento

		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS "FABRICA HARINERA CHALEN"					
METODO		Actual					
PROCESO DE		Almacenamiento					
ELABORADO POR		Hector Robalino					
DISTANCIA	TIEMPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.
10 metros	1 minuto	Transportar los sacos en el area de bodega	○	⇒	□	□	▽
1 metro	1 minuto	Colocar los cierres hermeticos en los sacos	○	⇒			
0 metros	1 minuto	Colocar las respectivas etiquetas del producto	○	⇒			
5 metros	2 minutos	Ubicar los sacos en grupos pequeños para el momento del transporte de la venta de los sacos de plumas de pollo					▽
16 metros	7 minutos	Resumen de Actividades	2	1	0	0	1

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Tabla 13. Datos actuales del proceso de almacenamiento

Resumen	Datos actuales
Tiempo (min)	25 minutos

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Cálculos

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{14}{25} \times 100\% = 56\%$$

Análisis

Las actividades de almacenamiento se ejecutan perfectamente con el debido método de manipulación de los sacos de harina de plumas de pollo, teniendo como productividad un 56%. Las actividades que realizan están coordinadas, supervisadas y controladas por el Jefe de Producción de la planta, por lo que se adicionarían medidas complementarias para ayudar en el transporte de los sacos de harina y ubicarlos en el área de almacenamiento.

El área de almacenamiento de la planta debería adecuarse respecto a su ambientación para el cuidado del producto terminado, la cual presta una función de mantener el saco de harina de pluma dentro de los valores permitidos, pero su estructura física no está totalmente sellada en la parte exterior de la planta, pudiendo ocasionar una contaminación o la presencia de agentes infecciosos o patógenos que dañarían al producto.

3.6 Análisis del problema actual de las autoclaves

El problema radica en la falta de operatividad en las autoclaves, ya que no cumple con el rendimiento que requiere el sistema de producción, por eso una alternativa para la solución de este problema, es mejorar su capacidad calorífica para que funcione con una temperatura de 800 °C, a una presión de 100 – 110 PSI. Se debe implementar esta modificación en base a las propiedades o funcionalidades que se necesitan en el campo de los límites máximos de temperatura que requiere para la operación y la puesta en marcha de las dos autoclaves que no están activas.

La autoclave que actualmente está operando en el procesamiento de las plumas de pollo, es un autoclave tipo marmita que por el tiempo de uso, a pesar de la realización de los mantenimientos preventivos, necesita un mantenimiento correctivo para que la duración de su vida útil se prolongue unos periodos adicionales de tiempo. Las medidas que se adoptarán en este equipo, son beneficiosas para el rendimiento del mismo, de igual manera para la fábrica Chalen.

Para tener una apreciación clara de cómo funcionan las autoclaves a continuación se explicará brevemente la estructura de este equipo con su respectiva descripción.

3.7 El funcionamiento de una autoclave

Una autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua. La autoclave industrial, a diferencia de la autoclave normal, se utiliza para facilitar el cocimiento en diversos procesos industriales

Las autoclaves funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor de agua pero restringiendo su salida, hasta obtener una presión interna de 103 kPa por encima de la presión atmosférica, lo cual provoca que el vapor alcance una temperatura de 121 grados Celsius. El hecho de contener fluido a alta presión implica que las autoclaves deben ser de manufactura sólida, usualmente en metal, y que se procure construirlas totalmente herméticas.

Las autoclaves suelen estar provistas de manómetros y termómetros, que permiten verificar el funcionamiento del aparato. Aunque en el mercado existen distintos métodos por ejemplo: químicos que cambian de color cuando cierta temperatura es alcanzada, o bien mecánicos que se deforman ante las altas temperaturas. Por este medio es posible esterilizar todo tipo de materiales a excepción de materiales volátiles, por lo que se debe tener gran precaución.

Como parte del funcionamiento de un autoclave industrial, está el proceso de hidrolización que se ejecuta en 6 fases que cumple en su interior: venteo, calentamiento, esterilización, pre-enfriamiento, enfriamiento y drenado.

a) Venteo

Esta fase inicial, es muy importante en la operación de una autoclave porque mejora la homogeneidad de temperatura entre los productos. De hecho, se debe sacar todo cuanto sea posible el aire contenido en la autoclave al inicio del ciclo y

reemplazar este volumen de aire con vapor de agua, de esta forma se mejora la transferencia de calor entre el vapor y los productos contenidos en la autoclave.

Esta función se lleva a cabo al mismo tiempo que se abre la válvula que regula la admisión de vapor y la que hace la purga inicial de la autoclave.

b) Calentamiento

En esta fase la temperatura se incrementa para alcanzar el valor de referencia de esterilización a un incremento controlado, este incremento es llamado gradiente o rampa, y se determina de acuerdo a las características del producto y del empaque.

Esto se lleva a cabo cuando la válvula regula la admisión de vapor, se abre y se cierra al llegar a la referencia, durante el tiempo determinado por el sistema de producción.

c) Esterilización

La temperatura de la autoclave es controlada por la válvula de admisión de vapor y en paralelo por pequeñas inyecciones de aire comprimido a través de ésta, provocando que la presión por dentro se incremente. El es compensar las variaciones de presión dentro de la autoclave, para que cambien de acuerdo con el aumento de la temperatura del producto, para garantizar que los envases no pierdan su forma.

d) Pre-enfriamiento

Esta es una fase de transición entre la esterilización y el enfriamiento, pero a pesar de la preparación de la autoclave para el proceso de enfriamiento, el proceso de esterilización continua el interior del empaque.

El propósito principal del pre-enfriamiento es reemplazar el vapor dentro del autoclave con una cantidad de aire comprimido, de modo que el proceso de enfriamiento se realice sin problemas, sin causar la caída súbita de presión que podría ocurrir si el agua se bombea desde el fondo de la autoclave y se rocía directamente sobre los empaques.

El siguiente objetivo es aumentar la cantidad de agua dentro de la autoclave para que la bomba se pueda usar en el proceso de enfriamiento. Una pequeña cantidad de agua se introduce a la autoclave a través de una válvula, esta operación combinada con la acción del ventilador provoca que el vapor se condense. Esta condensación causa a su vez que la presión en la autoclave caiga. Esta pérdida de presión se controla automática y coordinadamente por la introducción de aire comprimido a través de una válvula para mantener estable la presión dentro del equipo.

e) Enfriamiento

El intercambiador de calor que permite el enfriamiento de la autoclave consiste en dos circuitos completamente separados, uno ligado a la toma general de agua llamado circuito de servicio, y otro conectado a la autoclave el cual es llamado circuito de proceso.

El ventilador se detiene, la bomba toma agua del fondo de la autoclave y pasa a través del circuito de proceso de intercambiador de calor, así mismo es rociada sobre los empaques. En este momento la válvula de enfriamiento en el circuito de servicio del intercambiador se abre, permitiendo desalojar la energía. Durante esta fase, a causa de la caída de la temperatura, la presión en el autoclave se reduce gradualmente a través de la válvula de venteo, permitiendo un balance entre el interior del empaque y el autoclave.

f) Drenado

Al final del enfriamiento, el agua es drenada de la autoclave en pocos minutos con ayuda de una bomba. Cuando la autoclave está vacía la válvula se abre y la válvula de drenado permanece abierta. El ciclo se complementa y después de revisar la presión en el manómetro la puerta se puede abrir.

3.8 Improductividad técnica de las autoclaves actuales

Para el entendimiento de la improductividad de las autoclaves se debe aprender un poco el desempeño que cumplen estos equipos en el sistema de producción de la empresa.

La improductividad técnica de las autoclaves se entiende a la inoperatividad de los equipos, la utilización de espacios físicos dentro de la distribución de recorrido y espacios de la planta, las condiciones que presta las autoclaves pueden seguir funcionando pero con el mejoramiento apropiado y correcto.

Para aquello es necesario saber el desenvolvimiento del operario con la autoclave, elaborando un diagrama hombre-máquina⁷ para detallar cada una de estas observaciones y serán motivo de análisis. Este diagrama es de gran utilidad para la eliminación de los tiempos muertos del trabajador y de las máquinas. Véase en la siguiente tabla 14 una descripción detallada de todas las operaciones del proceso de cocción:

⁷ Diagrama hombre-máquina relaciona las operaciones del hombre con el funcionamiento de máquinas que trabajen intermitentemente. Este diagrama indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo del operador y el ciclo de trabajo y el ciclo de trabajo de las maquinas.

Tabla 14. Diagrama Hombre – Maquina

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE – MAQUINA						
Diagrama de					Método	Actual
Inicio de diagrama	8:00				Realizó	Héctor Robalino
Fin de diagrama	10:00				Fecha	20/6/2016
Descripción	Tiempo min	Caldera	Tiempo min	Autoclave	Observaciones	
Verificar los niveles de agua del tanque de almacenamiento	1	Pirotubular	-	-		
Encendido de los Equipos	1	Pirotubular	1	Tipo Marmita	Cuando el lote de materia prima es considerable se enciende también la Caldera Tipo Olla de presión	
Producir vapor saturado	10	Pirotubular		Tipo Marmita		
Colocar las parrillas en la cámara de hidrolización	-	Pirotubular	10	Tipo Marmita		
Mantener la presión optima de 70 PSI en el Caldero	-	Pirotubular	-	Tipo Marmita		
Calibrar el flujo de vapor saturado para el ingreso de la autoclave	1	Pirotubular	-	Tipo Marmita	Abrir solo el flujo de pre-calentamiento y subir de acuerdo el tiempo de cocción	
Abrir simultáneamente el flujo de vapor saturado desde las tuberías del caldero hasta el autoclave durante el tiempo de cocción	20	Pirotubular	20	Tipo Marmita	Trabajan simultáneamente	
Controlar el termómetro de la autoclave	1	Pirotubular	1	Tipo Marmita	Verificar todo el tiempo la temperatura de cocción	
Controlar los manómetros de los equipos	1	Pirotubular	1	Tipo Marmita	Controlar obligatoriamente los manómetros	
Abrir las llaves de control para el enfriamiento de las parrillas de plumas	-	-	2	Tipo Marmita		
Cerrar las tuberías de vapor saturado y apagar momentáneamente el autoclave	-	-	2	Tipo Marmita		
Abrir la puerta de entra del autoclave para su posterior retiro de las parrillas	-	-	5	Tipo Marmita	Retirar las parrillas para que el enfriamiento se realiza con temperatura ambiente	

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

En la tabla 14 del diagrama hombre-máquina indica que las operaciones, maniobras y las verificaciones de lectura de los diferentes dispositivos de control

3.9 Diagnóstico de la situación de la problemática.

En conclusión, los autoclaves son equipos muy utilizados en campos de la producción tales como la industria alimenticia, la medicina, parte de la construcción entre otras, pero la función básica es siempre la misma, por lo tanto es un equipo estándar en una planta industrial deberá tener una correcta operación.

Básicamente la situación actual de los autoclaves necesitan una mejora, para que complemente al sistema de producción, se agilice el proceso de cocción, el objetivo sería reducir los tiempos de demora para que la harina salga en menos tiempo.

Actualmente no están establecidas medidas adecuadas para el mantenimiento de las autoclaves, hay una falta de equipamiento de elementos o materiales que deberían ser puestos a disposición de los trabajadores para el mejoramiento en conjunto con la propuesta que realizaremos con las dos autoclaves no operativas.

Dentro de la problemática falta procedimientos apropiados para los diferentes mantenimientos de las autoclaves, procedimientos para el control de operación de los equipos, falta de documentación para registrar todos los eventos que ocurran en el procesamiento de la harina de plumas de pollo.

El personal de la planta para cumplir con las actividades del sistema producción, trabaja sin ninguna medida de protección, por eso es necesario que la empresa se encargue de dotar con los implementos de seguridad adecuado.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE MEJORA EN EL FUNCIONAMIENTO DE AUTOCLAVES

4.1 Criterio de Propuesta Técnica para elevar la productividad

La propuesta de mejoramiento de los autoclaves tiene la finalidad de optimizar los recursos disponibles que presenta actualmente la fábrica Chalen, es decir las dos autoclaves inoperativas, por ende como resultado se conseguirá un promedio de producción equivalente a 384 sacos mensuales manteniendo las mismas prácticas de producción en la planta. Por tal razón, se elevará la productividad de la empresa por el nivel de sacos producidos, así como también el nivel de ingresos por el expendio del producto a sus compradores.

Tenemos elementos adicionales para complementar la propuesta técnica y así elevar la productividad actual, como implementación de elementos necesarios para la producción: elaboración de procedimientos para mantenimientos preventivos de los autoclaves, procedimientos de operación, así como la elaboración de formatos para el debido registro de cada una de las tareas propias de la empresa, estos serán utilizados y puestos a la disposición de los trabajadores de las áreas de producción.

Uno de los lineamientos del proyecto es la aplicación de los mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos que entran a un sistema de prevención para las máquinas o equipos, para que trabajen normalmente de acuerdo a las condiciones de producción requeridas en la planta, su finalidad es conservar y preservar la integridad de estos equipos para que el nivel de operación no sea afectado, por ende es necesario que la fábrica Chalen aplique directrices que ayuden a mejorar esta problemática.

Un punto importante en el mejoramiento de las autoclaves es el nuevo grado de productividad que se conseguirá en el proceso de cocción, aplicando cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

Para apoyar nuestro punto vista acerca del nivel de productividad en el proceso de cocción, es la minimización del tiempo en algunas actividades; la misma dependerá de la cantidad de materia prima. A continuación en el siguiente grafico se detalla los cambios mencionados.

Gráfico 27. Diagrama de Análisis de Procesos – Proceso de Cocción Mejorado

		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS "FABRICA HARINERA CHALEN"					
METODO		Mejorado					
PROCESO DE		Coccion					
ELABORADO POR		Hector Robalino					
DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Op.	Trp.	Ctl.	D.	Al.
5	1	Revisar los niveles de agua del tanque de almacenamiento antes de encender la bombas de agua respectivamente de los 2 calderos			□		
6	2	Revisar los niveles de combustible antes del encendido de la bombas de alimentacion de los tanques de almacenamiento de los 2 calderos			□		
3	2	Encender el transformador, encender la bomba de expulsion de humo, para previamente encender la bomba de agua y la bomba de combustible mediante el panel de control para el encendido de los calderos	○				
1	6	Calentar el caldero con una presion entrada de 40 - 60 PSI con una temperatura de 100 - 120°C	○				
10	15	Trasladar la materia prima en las parrillas correspondientes		⇒			
1	6	Ingresar todas las parrillas dentro del autoclave	○				
1	0	Elevar la presion a 100 PSI para la hidrolizacion de los autoclaves	○				
6	1	Revisar la temperatura de cocinado de 800 °C y la presion de 100 a 110 PSI en el autoclave			□		
0	120	Procesamiento de las plumas de pollo en el interior de los autoclaves	○				
1	0	Reduccion de presion del caldero, para posterior baja temperatura del autoclave			□		
2	20	Retirar las parrillas con las plumas de pollo cocinadas	○				
36	173	Resumen de Actividades	6	1	4	0	0

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Datos:

Producción = 46 sacos/ diarios

Recursos utilizados = 173 minutos/ diarios

Cálculos:

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Utilizados} \times 100\% = \frac{46}{173} \times 100\% = 26,58\%$$

Mediante a la elaboración del diagrama de flujo de procesos, obtuvimos una productividad del 27%, es decir mayor al anterior 9,33%, el cambio es significativo pero el tiempo se incrementó debido a la cantidad de parrillas de plumas de pollo para el desarrollo del proceso de hidrolización.

4.2 Descripción de métodos de mejoras

Unos de los métodos para un mejor desempeño en la producción de harina de plumas es la adopción de capacitaciones⁸, en temas de seguridad y salud en el trabajo, temas ambientales y también es necesario profundizar temas de calidad del producto, esto debería realizarse para que el trabajador tenga el conocimiento necesario, y se obtenga buenos resultados a futuro para el personal y la empresa.

La empresa dispondrá de un plan de capacitaciones sobre temas para el mantenimiento de los equipos y máquinas que operan en la planta, el objetivo es la enseñanza, que el trabajador pueda realizar cada mantenimiento sea mensual o anual con las debidas medidas de precaución y las instrucciones necesarias.

En la programación de capacitación se proponen temas de los cuales tendrán que ser abordados por el supervisor de la planta, o el profesional técnico encargado de la capacitación con el fin de complementar el conocimiento de los colaboradores acerca de la operación del autoclave, del mantenimiento que este necesite y el equipo de protección que se requiera su operación y mantenimiento.

⁸ Capacitación es un proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de mejorar el desempeño en las labores habituales de los colaboradores de la planta.

recepción de materia prima a 3TM, incrementando de igual manera su tiempo de procesamiento. Un punto importante es la utilización de tiempo en el proceso de cocción, el cual demoraría un promedio de 2 horas aproximadamente con las tres autoclaves en línea funcionando simultáneamente, pero con la condición de que deberían funcionar también los dos calderos de la planta.

Uno de los métodos de mejoras dentro de la propuesta es la adición de dos personas, con la finalidad de apoyar el cumplimiento de las actividades del proceso de cocción y colaborar en el control y el desempeño del proceso de hidrolización de las dos autoclaves.

4.3 Eficiencia del Producto con la mejora de producción.

Básicamente la eficiencia resulta de dividir la cantidad de productos realmente producidos (D) por la cantidad de productos que se podrían haber producido (C). La cantidad de productos que se podrían haber producido multiplicando el tiempo de producción (B) por la capacidad de producción nominal del proceso, es decir la inversa del tiempo de ciclo. La eficiencia es un valor entre 0 y 1 por lo que suele expresarse porcentualmente.

$$\text{Eficiencia} = D / C$$

Dónde:

C = cantidad de productos que se podrían haber producido = B * velocidad nominal de producción

D = cantidad de productos realmente producidos

En base a estos datos corresponde calcular la eficiencia o velocidad del nuevo sistema de producción mejorado con la habilitación del sistema. Pero es necesario

calcular la eficiencia antes del mejoramiento de las autoclaves, a continuación se procede a calcularlo:

$$\text{Eficiencia}_{\text{actual}} = \frac{D}{C}$$

Entonces nuestros datos históricos son los siguientes:

D = 16 sacos diarios

C = 14 sacos diarios

$$\text{Eficiencia}_{\text{actual}} = \frac{14}{16}$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{actual}} = 0,875$$

De acuerdo a los cálculos realizados la eficiencia es de 87,5% esto quiere decir que en realidad se podría alcanzar una eficiencia mejorada, de acuerdo a los cambios que se han descrito anteriormente.

Entonces con los datos mejorados:

D = 16 sacos diarios

C = 15 sacos diarios

$$\text{Eficiencia}_{\text{futura}} = \frac{15}{16}$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{futura}} = 0,9375$$

La eficiencia mejorada indica que el valor de la eficiencia será de un 94% adoptando cada uno de los cambios propuestos en el trabajo de titulación, con esto se demuestra que el mejoramiento es necesario y conveniente para la planta.

Las características del producto son absolutamente favorables a los valores permisibles del mercado, es decir, mantiene las mismas características actuales, la hidrolización de las autoclaves habilitadas tiene la misma funcionalidad y resultado de la autoclave tipo marmita que opera actualmente la planta.

Como parte de la eficiencia del producto, se concluyó que la harina de plumas de pollo procesada de manera óptima tiene un alto contenido de proteínas (alrededor de 85%) y un alto grado de digestibilidad. Los valores que se obtendrían con las tres autoclaves operativas, se muestran en la tabla 14:

Tabla 16. Calidad Nutricional Esperada

Calidad Nutricional	
Humedad	8 – 11 %
Proteína	81 – 86 %
Digestibilidad en pepsina 0,02 %	55 – 60 %
Grasa	3 – 4 %
Ceniza	< 3 %
Fibra	0,27
Calcio	46,72

Fuente: Planta Chalen

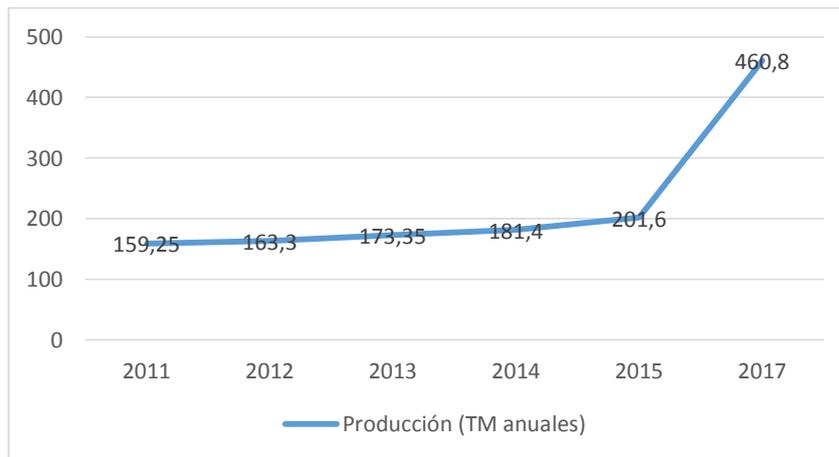
Elaborado por: Héctor Robalino

La eficiencia del proceso de cocinado aumenta favorablemente para el sistema de producción con la mejora de autoclaves, por tal razón se tendría más cantidad de parrillas de materia prima sometiendo al proceso de hidrolización. Actualmente se colocan 18 parrillas en la autoclave tipo marmita, con las dos autoclaves más serían 36 parrillas adicionales.

4.4 Resultados Obtenidos

Se concluye que la fábrica Chalen producirá una cantidad anual de harina de plumas de pollo de 460.800 kilogramos con las 2 autoclaves habilitadas, y con la producción de la actual autoclave operativa de 201.600 kg/añual.

Gráfico 29. Resultados esperados con la mejora



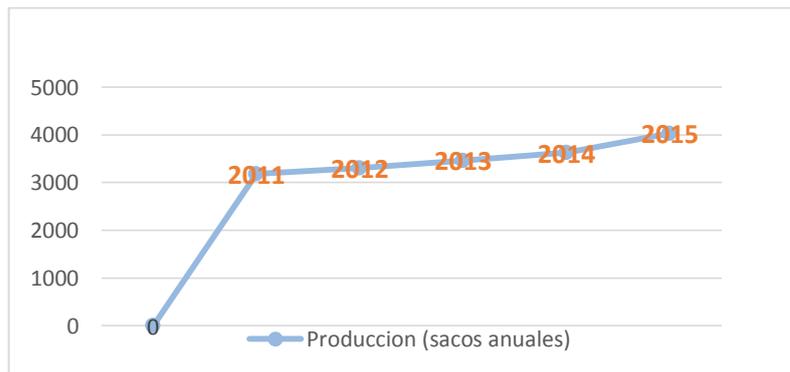
Fuente y elaborado por: Héctor Robalino

Ésta pendiente se origina de los resultados que se obtuvieron de las propiedades funcionales de las autoclaves inoperativas. Se realizaron los cálculos respectivos y se concluyó que con la mejora de aplicación calorífica y el mantenimiento de la autoclave tipo marmita, la planta tiene una producción mejorada en términos de kilogramos producidos anualmente.

4.4.1 Indicador de Producción anterior

El indicador de producción de los años anteriores ha sido favorable para la planta, si se refiere directamente en cantidad de producto manufacturado y vendido. Los datos obtenidos muestran que los valores son beneficiosos, como se muestra en la gráfica 30, la pendiente de producción indica que la demanda está en auge por ser la única planta procesadora de harina de plumas ubicada en la provincia de Santa Elena.

Gráfico 30. Producción histórica hasta el año 2015



Fuente: Planta Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

Los compradores de la harina de plumas están sumamente satisfechos con el producto que adquieren. El producto servirá para diferentes fines de utilización, al incrementar la producción actual se tendrá un promedio de 1.104 sacos producidos por tal razón es un cambio beneficioso para la fábrica.

4.4.2 Indicador de Producción mejorada

Al mejorar las autoclaves se tendrá un incremento significativo del número de sacos de harina de plumas de pollo, con esto se podrá dar paso a breves cálculos necesarios para demostrar su aumento de productividad.

El indicador de producción mejorada interviene para la autoclave tipo marmita que está operando y produciendo harina de plumas. Este indicador de producción mejorada no sirve para las autoclaves inoperativos porque actualmente no cuenta con un historial de producción.

Autoclave Tipo Marmita

Para obtener el indicador de producción mejorada se debe emplear una metodología para el análisis de la demanda futura del producto de harina de plumas de pollo en la autoclave que actualmente está funcionando en la planta:

- 1) Utilizar los datos históricos de la demanda existente en el periodo 2011 – 2015, no se utilizó el año 2016 porque actualmente está en curso por ende no hay un registro de su producción hasta la fecha.
- 2) Aplicar los métodos de proyección de datos conocidos como: mínimos cuadrados, media móvil y suavización exponencial.
- 3) Al proyectar los métodos mencionados anteriormente permite observar el comportamiento de la demanda y tomar una decisión bajo un criterio y optar por escoger uno de ellos.

a) Mínimos Cuadrados

Tabla 17. Mínimos Cuadrados

Mínimos Cuadrados				
Años	X	Y	XY	X²
2011	-2	3.185	-6.370	4
2012	-1	3.306	-3.306	1
2013	0	3.457	0	0
2014	1	3.628	3.628	1
2015	2	4.032	8.064	4

N	Σx	Σy	Σxy	Σx²
5	0	17.608	2.016	10

Elaborado por: Héctor Robalino

$$y_{p2017} = a + bx$$

a = desviación al origen de la recta

b = pendiente de la recta

x = valor de la variable X, el tiempo

y = valor calculado de la variable, la demanda

$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$b = \frac{(n \cdot \sum xy)}{(n \cdot \sum x^2)}$$

$$a = \frac{17.608}{5}$$

$$b = \frac{10.080}{50}$$

$$a = 3.521,6$$

$$b = 201,6$$

Aplicando la ecuación de pronósticos

$$y_{p2016} = a + bx$$

$$y_{p2016} = 3.521,6 + 3 * (201,6)$$

$$y_{p2016} = 4.126,4 \text{ sacos anuales}$$

b) Media Móvil

$$Pm = \frac{\sum y}{n}$$

Pm = Promedio Móvil

y = Observaciones

n = Numero de Observaciones

$$Pm = \frac{17.608}{5}$$

Pm = 3.521,6 sacos anuales

c) Suavización Exponencial

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_t$$

F_{t+1} = Predicción del periodo siguiente

α = Coeficiente (Constante de Suavización)

A_t = Valor real del periodo

F_t = Predicción hecha anteriormente para periodo actual

$$F_{t+1} = 0.20 * 4.032 + (1 - 0,20) * 3.628$$

$$F_{t+1} = 3.708,8 \text{ sacos anuales}$$

Una vez realizados cada uno de los métodos de proyección de datos, los resultados se representan en la demanda futura del producto para los siguientes 5 años próximos, siguiendo los mismos procedimientos por cada método se obtienen los valores de la demanda futura:

Tabla 18. Demanda histórica y futura del producto

DEMANDA	AÑOS	MÍNIMOS CUADRADOS	MEDIA MOVIL	SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL
HISTÓRICA	2011	3.185	3.185	3.185
	2012	3.306	3.306	3.306
	2013	3.467	3.628	4.032
	2014	3.628	3.628	3.628
	2015	4.032	4.032	4.032
FUTURA	2016	4.126	3.521	3.709
	2017	4.328	3.622	4.051
	2018	4.529	3.723	4.167
	2019	4.731	3.824	4.368
	2020	4.932	3.925	4.570

Elaborado por: Héctor Robalino

Con las mejoras explicadas anteriormente e implementadas, se tendrán estos resultados de la proyección futura de la producción, con esto se podrá construir la siguiente grafica donde serán expuestos simultáneamente dichos datos para su posterior análisis.

Gráfico 31. Proyección histórica y futura del producto



Elaborado por: Héctor Robalino

Como se observa en la gráfica la demanda proyectada de harina de plumas de pollo obtenida mediante los métodos de mínimos cuadrados, la media móvil y suavización exponencial representa un aumento en los próximos años. Las medidas sugeridas y los procedimientos de mantenimiento son de tal importancia para obtener esta producción futura del producto.

Autoclaves Inoperativos

Se aplicarán todas las medidas necesarias para un correcto funcionamiento de las autoclaves, los procedimientos de mantenimiento correctivo se realizaron especialmente para estos equipos que son el pilar fundamental de la hidrolización del proceso de harina de plumas de pollo.

Mediante las características funcionales y los principios de funcionamiento de las autoclaves se obtuvo el promedio de producción de sacos de harina de plumas que se obtendría después del mejoramiento respectivo, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 19. Producción esperada después del mejoramiento de autoclaves

Producción	Autoclave No.1	Autoclave No.2
Diaria	16 sacos	16 sacos
Semanal	96 sacos	96 sacos
Mensual	384 sacos	384 sacos
Anual	4.608 sacos	4.608 sacos
Total	4.608 + 4.608 = 9.216 sacos anuales	

Elaborado por: Héctor Robalino

En base a la planificación del trabajo de titulación sobre el mejoramiento de las autoclaves, estos resultados se obtendrían en un futuro cercano, que podría ser para el año 2017, siempre y cuando se lo implemente lo más pronto posible,

entonces la planta obtendrá este incremento de producción con el mejoramiento de las autoclaves.

4.4.3 Balance y análisis de mejora en la producción

Para demostrar el balance de la mejora de producción es necesario promediar qué cantidad de recursos se van a utilizar con la habilitación de las dos autoclaves.

Anteriormente calculamos todo lo que necesita la caldera pirotubular con una potencia de 25 hp para producir 3.793,482 lb_{vapor} , pero se necesita más vapor saturado para ejecución de la hidrolización de las autoclaves:

Vapor saturado

Para una potencia de 15 hp de una Caldera tipo olla de presión:

$$15 \text{ hp} * 15,64 \frac{kg_{vapor}}{1 \text{ hp}} * \frac{2,205 lb_{vapor}}{1 kg_{vapor}} = 517,293 \frac{lb_{vapor}}{h}$$

Para la producción diaria se requiere:

$$517,293 \frac{lb_{vapor}}{h} * 8h = 4.183,344 lb_{vapor}$$

Para el secado, anteriormente se calculó la aplicación de vapor para el secado, donde se obtuvo 3.793,482 lb_{vapor} , con esta cantidad de vapor, solamente para un autoclave y un caldero funcionando. Pero para las tres autoclaves se necesitan más, por lo tanto se debe funcionar con un promedio de:

$$4.183,344 lb_{vapor} + 3.793,482 lb_{vapor} = 7.976,8216 lb_{vapor}$$

Combustible necesario

Para la producción de vapor saturado de acuerdo a la caldera tipo olla de presión, utilizando los mismos datos de la caldera Cleaver Brooks se calcula el promedio de btu para la operación de la otra caldera:

$$4.183,344 \text{ lb}_{vapor} * \frac{19.624,47 \text{ btu}}{15.000 \text{ lb}_{vapor}} = 5.473,060 \text{ btu}$$

Se debe calcular la cantidad de fueloil para la cantidad de potencia de nuestra caldera:

$$5.473 \text{ btu} * \frac{1 \text{ galon fueloil}}{200 \text{ btu}} = 27,365 \text{ galones fueloil}$$

Para la aplicación del fuel se necesita lo siguiente:

Costo del vapor saturado: \$68,41

Consumo de combustible para el secado del producto

El galón de diésel está a \$ 1,037, para la operación del secador se necesita el doble del requerimiento de diésel, se deberían aplicar 13 galones:

$$\$ 1,037 * 13 \frac{\text{galones}}{\text{diarios}} = \$ 13,481 \frac{\text{galones}}{\text{diarios}}$$

Para la producción mensual se requieren:

$$\$ 13,481 \frac{\text{galones}}{\text{dia}} * \frac{24 \text{ dias laborales}}{\text{mes}} = \$ 323,52 \frac{\text{galones}}{\text{mensuales}}$$

Cantidad de agua necesaria para la caldera

Anteriormente resultó que se requieren 2 metros cúbicos para la producción actual, pero ahora con la incorporación de las dos autoclaves se necesitará el doble del volumen total de 6 metros cúbicos:

$$6 \frac{m^3}{\text{día}} * \frac{24 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 144 \frac{m^3}{\text{mensual}}$$

En base a los costos por consumo de agua:

$$1 m^3 = \$ 0,525$$

$$144 \frac{m^3}{\text{mensual}} * \frac{\$ 0,525}{1 m^3} = \$ 75,6 / \text{mes}$$

Se mantiene el metro cúbico al día para la limpieza de los equipos y las autoclaves por lo tanto tenemos un consumo de 24 metros cúbicos mensuales para el mes, pero debemos calcular el consumo con las dos autoclaves más:

$$Agua_{\text{mes}} = \$75,6 + \$22,9 + \$12,9$$

$$Agua_{\text{mes}} = \$111,4$$

Electricidad

En la caldera tipo Olla de presión

$$1 \text{ motor de } 10 \text{ hp} = 7,74667 \text{ kW} * 8 \text{ horas} = 59,73 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ motor de } \frac{1}{2} \text{ hp} = 0,373 \text{ kW} * 8 \text{ horas} = 2,987 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ motor de } 3 \text{ hp} = 2,24 \text{ kW} * 8 \text{ horas} = 17,92 \text{ kWh}$$

En el consumo de electricidad en la caldera tipo olla de presión es de 80,62 kWh

Consumo Diario = $80,62 * 0,09467 = \$ 7,63$

Costo mensual = $\$ 7,63 * 24 \text{ días laborales} = \$ 183,12$

El consumo de electricidad para la operación de todos los equipos es de \$ 868,53 con la adición de las autoclaves funcionando \$ 183,12 nos da un valor de \$1.051,65 por concepto de energía eléctrica.

Mano de Obra

El valor de la mano de obra se mantiene pero es necesario contratar dos personas más para que colaboren en el área de cocinado y el ritmo de producción tenga la agilidad y rapidez esperada con el fin de producir 46 sacos diarios.

Costo total del personal = \$ 3.260 (Personal actual)

Costo total de los trabajadores que requiere la planta (2 colaboradores) = \$ 720

El monto por concepto de sueldos y salarios por la incorporación de dos trabajadores a la línea de producción es de:

$$\text{Costo total} = \$ 3.260 + \$ 720 = \$ 3.980$$

Además de todos los costos de producción es necesario saber cuál es el monto total que la planta obligatoriamente debe cancelar por cada mes:

Tabla 20. Cuantificación de Gastos en la Producción Mejorada

Rubro	Costo (USD \$)
Combustible	323,52
Energía Eléctrica	1.051
Agua Potable	111
Mano de Obra	3.980
Vapor saturado	68,41
Total	5.533,93

Fuente: Industria Chalen

Elaborado por: Héctor Robalino

La cuantificación total de los rubros que se deberán cancelar al operar todo el sistema de producción se demuestra en la tabla 20, con la particularidad que las dos autoclaves están añadidas en los rubros, esto quiere decir que se invierte un más, pero con la finalidad de generar mayores beneficios a la empresa en el futuro.

Con estos valores del rubro total del gasto que la empresa debe cancelar vamos a calcular la productividad esperada de nuestra propuesta:

$$Productividad = \frac{Produccion}{Recursos Utilizados} \times 100\%$$

$$Productividad = \frac{1104}{5.533,93} * 100\%$$

$$Productividad = 19,94\% \approx 20\%$$

4.5 Plan de Mejoramiento en las Áreas Producción

El plan de mejoramiento está compuesto de la elaboración de procedimientos para el orden y limpieza de las instalaciones de la planta, la utilización de equipos de protección personal y también el uso de elementos necesarios para un mejor desempeño de las áreas de producción.

Otro plan de mejoramiento que en un futuro puede implementarse en la planta, es contar con medidas de seguridad, que ayudarían a complementar mucho más el desempeño de todas las actividades operativas.

1. Medidas de Seguridad

Las medidas de seguridad tienen el objetivo de minimizar el riesgo de ocurrencia de accidentes, por tal motivo es necesario el uso de equipo de protección personal,

dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que el personal debe emplear para protegerse de posibles lesiones.

Descripción del equipo de protección personal

Está diseñado para proteger a los trabajadores en los puestos de trabajo de lesiones o enfermedades serias que pueden resultar del contacto con peligros químicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. Además de carretas, gafas de seguridad, cascos y zapatos de seguridad, el equipo de protección personal incluye una variedad de elementos tales como gafas protectoras, tapones auditivos para los oídos y caretas faciales.

a) Protección para la cabeza

Los cascos pueden proteger a los trabajadores de impactos en el cráneo, de heridas profundas y de choques eléctricos como los que causan los objetos que se caen en el aire, los objetos fijos o el contacto con conductores de electricidad.

El casco de protección que deberán utilizar en las actividades de producción los operadores será de color amarillo y el jefe de planta usará un casco de color blanco, preferencialmente de marca 3M, ya que cumple con estándares de seguridad y calidad certificado por la OSHA 18001. Véase el siguiente gráfico:

Gráfico 32. Cascos de protección



Fuente: <http://www.directindustry.es>

Elaborado por: Héctor Robalino

b) Protección para los pies

Los equipos de protección para pies son los zapatos de seguridad, que tienen la finalidad de ayudar a evitar lesiones y proteger a los trabajadores de objetos que se caen o que ruedan, de objetos corto-punzantes, de superficies resbaladizas o mojadas, de metales calientes o fundidos, de superficies calientes y de peligros eléctricos.

El tipo de calzado que la empresa debe considerar es aquel que cumpla con estándares de seguridad, por lo cual se recomienda las botas “Bata Industrials”. Véase el gráfico 33:

Gráfico 33. Botas de seguridad



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/dickies/>

Elaborado por: Héctor Robalino

c) Protección para los ojos y cara

Las gafas de seguridad, protectores laterales y las caretas pueden ayudar a proteger a los trabajadores de ser impactados por fragmentos, astillas de gran tamaño, chispas calientes, radiación óptica, salpicaduras de metales fundidos, así como de objetos, partículas, arena, suciedad, vapores, material particulado (polvo) y resplandores ocasionados de la presencia del sol.

Las gafas que serán utilizadas en las actividades de la planta serán las transparentes de marca 3M o Jackson, debido a que cumplen con los estándares de seguridad, brindando una protección en las actividades de esmerilado, corte y biselado de materiales. Como se muestra en el gráfico 34:

Gráfico 34. Gafas de protección personal



Fuente: <http://ensvpatinovillaocho2014.blogspot.com>

Elaborado por: Héctor Robalino

d) Protección para oídos

La utilización de tapones auditivos u orejeras ayudan a proteger los oídos. La exposición a altos niveles de ruido puede causar pérdidas o discapacidades auditivas irreversibles así como el estrés físico o psicológico.

Los tapones auditivos de algodón encerrado o de lana de fibra de vidrio son fáciles de ajustar correctamente. Estos deben ser moldeados o preformados de forma adecuada para los trabajadores que van a utilizarlos. Una sugerencia es que al utilizar los protectores auditivos se deben limpiar con regularidad y aquellos que no se puedan limpiar deben ser reemplazados. Para las operaciones de la planta se utilizarán tapones para reducir los niveles de ruido de 60 dB de las maquinarias que operan diariamente, véase un ejemplo en el gráfico 35 a continuación:

Gráfico 35. Tapones auditivos y orejeras



Fuente: <http://www.solostocks.com/venta-productos>

Elaborado por: Héctor Robalino

e) Protección para manos

Los trabajadores están expuestos a sustancias nocivas mediante adsorción por la piel, a laceraciones o cortes profundos, abrasiones serias, quemaduras químicas, quemaduras térmicas y manipulación de productos químicos. Los guantes de protección son usados para evitar lesiones en las manos, se recomienda usar los de nitrilo o poliuretano para las actividades diarias del procesamiento de harina de plumas, véase en el gráfico 36:

Gráfico 36. Guantes de protección personal



Fuente: <https://www.logismarket.cl/indura/guantes-de-proteccion>

Elaborado por: Héctor Robalino

f) Protección respiratoria

El personal debe utilizar equipo respiratorio para protegerse contra los efectos nocivos a la salud causados por respirar aire contaminado por polvos, brumas, vapores, humos o emanaciones perjudiciales.

Generalmente el equipo respiratorio cubre la nariz y la boca, la cara entera, o totalmente la cabeza, esto depende de la actividad y el entorno que se encuentre el trabajador, ayudando a evitar lesiones o enfermedades respiratorias. Los equipos de protección respiratoria son destinados para actividades como: soldadura, triturado y ensacado, por ende se recomienda utilizar las mascarillas con filtros para gases o vapores que provisionan a los trabajadores una reducción de los mismos. Véase un ejemplo en el siguiente gráfico:

Gráfico 37. Mascarillas simples y para gases



Fuente: <http://www.unionferretera.com/mascaras-y-mascarillas/>

Elaborado por: Héctor Robalino

2. Elementos que se requieren en los procesos de producción

a) Proceso de Recepción

En el proceso de recepción es necesario realizar actividades obligatorias de limpieza en las áreas de secado de la materia prima, por lo tanto al implementar métodos de limpieza las plumas contaminarán los alrededores de la planta, y esto produzca impactos ambientales negativos que afecten con el sistema ambiental actual.

b) Proceso de Cocción

Se tiene una alternativa para mejorar el proceso de transporte de las parrillas de plumas de pollo desde la área de recepción hasta el sitio del proceso de cocción, la cual es la utilización de un estibador mecánico para la colocación de una cantidad considerable de parrillas de materia prima así como el fácil manejo de transportar un promedio de 20 parrillas para su posterior colocación en las cámaras de hidrolización de la autoclave.

Gráfico 38. Estibador hidráulico



Fuente: http://www.nikecolombiana.com/productos_estibadoras.html

Elaborado por: Héctor Robalino

Es importante también el cambio de las parrillas de materia prima que se utilizan en el proceso de cocción, estas parrillas ya ha pasado su tiempo de vida útil, por ende no presta con las condiciones necesarias para el procesamiento de harina de plumas, por eso se requiere cambiar estas parrillas de hierro dulce a acero inoxidable.

Las parrillas que se adoptarán para la mejora de nuestra propuesta serán realizadas de varillas lisas de acero inoxidable de 3/8" de diámetro. Las parrillas quedarán como se muestra en el gráfico:

Gráfico 39. Parrillas de acero inoxidable



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

Elaborado por: Héctor Robalino

c) Proceso de Ensacado

En el proceso de ensacado se requiere una adecuación del equipo de molienda, o la adaptación de un elemento para evitar la aglomeración de la harina en la salida del proceso de molienda. Esto causa molestias físicas para el trabajador y tiempos innecesarios para el cumplimiento de las actividades.

3. Programa de orden y limpieza de las Instalaciones

El orden y limpieza es un factor esencial de seguridad, razón por la que todos los trabajadores participarán de su cumplimiento a través de las siguientes instrucciones:

- a) Mantener despejados los accesos y los pasos.
- b) Almacenar los materiales correctamente para evitar los riesgos de accidentes en las zonas de paso de los trabajadores.
- c) Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada; con el fin de evitar los resbalones y caídas.
- d) Separar los desperdicios y los materiales originarios de combustibles, antes de proceder a cualquier operación de soldadura o de corte; así se reducirá el riesgo de accidentes.
- e) No lanzar los materiales desde un punto de trabajo de altura, para no herir a los compañeros que trabajen en pisos inferiores.
- f) Las máquinas portátiles se almacenarán en lugares limpios, secos y de modo ordenado.
- g) No realizar bromas pesadas en las instalaciones de la empresa.
- h) No ingresar al trabajo en estado etílico o haber ingerido licor.

4.6 Diseño de formatos

Se diseñaron los siguientes formatos:

- **El formato de control de mantenimiento**, tiene el objetivo de registrar todos los mantenimientos preventivos, porque indica la fecha del próximo mantenimiento y se puede hacer las observaciones respectivas para el siguiente arreglo. Los formatos de mantenimiento en este caso son para la utilización de los mantenimientos correspondientes de la planta deben ser mensuales y anuales. (Véase Anexo 4)

- **Los formatos de control de calidad** serán elaborados para registrar todas las anomalías u observaciones de las condiciones de la harina de plumas, donde el trabajador encargado ejecutara el llenado respectivo y dará a conocer las observaciones en base a las características del producto a su respectivo supervisor. (Véase Anexo 6)
- **Formatos de control de calidad en el proceso de cocción**, para saber el tiempo que la harina está dentro de las autoclaves se debe llevar un control (Véase Anexo7), donde se anota la hora de carga y la descarga de las parrillas de materia prima, ya que con esto se conoce cuanto tiempo estuvo dentro del cocinado, esto es medida de control por el personal para registrar cada detalle en medidas de producción.
- **El formato de producto terminado** muestra que cantidad de sacos producidos y manufacturados listos para su venta.

4.6.1 Rediseño de autoclaves

El rediseño de las autoclaves tanto de las dos inoperativas como también de la autoclave tipo marmita, se realizará con la finalidad de elevar la producción actual de la fábrica Chalen. Este rediseño consiste en mejorar cierta parte de la estructura de las autoclaves adicionando ciertos elementos vitales como se describe a continuación:

- Para las autoclaves inoperativas se adicionará una capa de ladrillos refractarios en la parte externa de la misma, específicamente sobre todo el cilindro de la cámara de hidrolización recubriéndola con una plancha naval y en su parte interna se hará el retiro de la rola por una plancha de mayor espesor y de mejor calidad (acero inoxidable).

- Adicionalmente para las nuevas autoclaves se cambiarán las tuberías por unas de mejor calidad y de mayor resistencia (Cédula 80). Cambiando todas las válvulas y todos los accesorios con un material de acero al carbono dando el soporte necesario para que fluya el vapor saturado sin ningún inconveniente.
- Para la autoclave tipo marmita se realizará un mantenimiento para mejorar la funcionalidad del proceso de hidrolización adaptando una nueva rola de mayor espesor y de mejor calidad (acero inoxidable).

La rola de acero inoxidable va ser utilizada para la autoclave tipo marmita y para las autoclaves que actualmente están en la fábrica, porque hasta la fecha no se ha realizado un cambio profundo en materia de mantenimiento correctivo. La plancha por la cual se reemplazará, es de acero inoxidable con un espesor de 6 mm con grado alimenticio 304.

Las dimensiones de la rola de acero inoxidable son las siguientes:

1,22 metros de ancho x 2,44 metros de largo

La rola que se va utilizar para el recubrimiento de la capa de ladrillos es la plancha naval de *1,5 metros x 6 metros de ¼" de espesor*. Solo se aplicará en las autoclaves inoperativas.

Propiedades de las Tuberías

Las tuberías para el acondicionamiento del vapor saturado de las autoclaves serán reemplazadas por tuberías Cédula 80 con diámetro de $1\frac{1}{4}$ ".

Las tuberías que se utilizarán en las líneas de conducción de agua para la producción de vapor saturado, serán tuberías de acero galvanizado cedula 80.

Algunas de las aplicaciones de las tuberías cedula 80 son las siguientes:

- Tratamiento de agua.
- Instalaciones electromecánicas.
- Agua helada y torres de enfriamiento.
- Líneas de distribución de agua de proceso.
- Inyección de cloro y dióxido clorhídrico.
- Sistemas de manejo de alumbre y cáusticos.
- Líneas de agua de mar.
- Líneas de químicos.
- Sistemas de ácidos para refinerías y metalmecánica.

Las tuberías para la conducción de agua para la utilización de la caldera son las tuberías de acero inoxidable 2" x 1,5 mm de espesor de diámetro.

4.6.2 Aplicación de tecnología calorífica

La tecnología calorífica se refiere directamente a los ladrillos refractarios⁹ que son un medio de protección para que las autoclaves inoperativas sean sometidas a la incorporación de estos elementos en su estructura externa, para fines específicos que ya hemos hablado anteriormente.

Esta tecnología es fundamental para la operatividad de las dos autoclaves porque cumple con la función de refractar, además son excelentes contenedores de calor, es decir, mantendrá el calor en equilibrio durante la hidrolización durante todo el tiempo de ciclo del proceso de cocción de la harina de plumas.

⁹ El ladrillo refractario es un tipo de material cerámico que posee una serie de características especiales, lo que permite hacer un gran uso de este dentro de las instalaciones industriales o en trabajos de estufas domésticas.

Ladrillo Refractario

Un ladrillo refractario es un elemento de construcción utilizado para estructuras que van a soportar altas temperaturas, generalmente suelen ser macizos (sin los agujeros redondos) y son utilizados para fabricar hornos, chimeneas y otros lugares donde vaya a haber gran cantidad de calor.

Unas de las características de este tipo de material es que son fabricados en calidades variadas, dependiendo la concentración de alúmina y con base en esta concentración el ladrillo resiste mayores temperaturas o puede ser usado para distintos medios. Principalmente cuando se quiere cubrir hornos, el ladrillo empleado es el de dióxido de sílice, en algunos casos cuando los ladrillos comienzan a licuarse esos trabajan con temperaturas superiores a 3000 °F (1650 °C).

Gráfico 40. Ladrillo refractario



Fuente: <http://la-paz-bo.all.biz/ladrillo-refractario>

Elaborado por: Héctor Robalino

La finalidad del ladrillo refractario para la incorporación de los autoclaves es para soportar altas temperaturas (mayores a 650°C) en conjunto a otras indicaciones físico-químicas, como son erosión, abrasión, impacto, ataque químico, acción de gases corrosivos, cambios bruscos de temperatura, deformación y otros.

Propiedades del Material Refractario Ideal

Algunas de las propiedades más importantes de los ladrillos refractarios para el mejoramiento de las autoclaves son:

- 1) Alta refractariedad.
- 2) Estabilidad volumétrica a las temperaturas de operación.
- 3) Estabilidad química (frente a gases, vapores y escorias).
- 4) Resistencia al choque térmico.
- 5) Alta resistencia mecánica en caliente.
- 6) Alta densidad.
- 7) Baja conductividad térmica.
- 8) Alta resistencia a la abrasión.
- 9) Baja conductividad eléctrica a altas temperaturas.

Los ladrillos refractarios utilizados son de dos tipos dependiendo del contenido de arcilla con sílices o alúminas, también por su contenido en magnesita y otros componentes. Las propiedades de estos compuestos permiten que el ladrillo soporte estar a grandes temperaturas.

Para nuestra operación de hidrolización se necesita que contengan la mayor cantidad de calor, así como que sus costos de mantenimiento sean ajustables a las necesidades de la planta.

Ladrillos refractarios con alto contenido en alúmina. Este tipo de ladrillos tiene el coeficiente de dilatación muy bajo, gracias a esta propiedad los ladrillos están preparados para soportar elevadas temperaturas, sin presentar algún tipo de deformación o dilatación que modifiquen el desempeño del ladrillo después de su enfriamiento.

Retención del calor del ladrillo refractario

Un ladrillo refractario denso tiene una densidad energética de 2,52 kilojoules por metro cúbico por grado Kelvin [$\text{kJ}/\text{m}^3 \text{ }^\circ\text{K}$]. Uno ligero tiene una densidad energética de solo $0,36 \text{ kJ}/\text{m}^3 \text{ }^\circ\text{K}$, entonces por comparación, un ladrillo rojo ordinario tiene una densidad energética de $1,4 \text{ kJ}/\text{m}^3 \text{ }^\circ\text{K}$.

En resumen un ladrillo refractario denso almacena ocho veces más energía térmica que uno ligero, y puede transmitir el calor a una superficie más fría a alrededor de cinco veces más rápido.

El ladrillo refractario adecuado para añadir a las autoclaves inoperativas es el que tenga mayor cantidad de alúmina, así de esta manera obtendremos la mejoría en materia de producción.

- El tamaño del ladrillo refractario que va ser utilizado para la aplicación de las autoclaves es de 9 x 4,5 x 2,5 in. (230mm x 115 mm x 64 mm).

Promedio de ladrillos refractarios

La cantidad de ladrillos que serán utilizados fueron calculados mediante las dimensiones de la autoclave de 3,91 metros de longitud x 3,48 metros de largo, entonces se tendrá un promedio de 17 filas de ladrillos, el cual se obtuvo mediante el siguiente cálculo:

Cálculos:

$$\frac{\text{longitud del autoclave}}{\text{ancho del ladrillo refractario}} = \text{Fila}$$

$$\frac{348 \text{ cm}}{11,5 \text{ cm}} = \text{Fila}$$

$$30 \text{ ladrillos} = \text{Fila}$$

Si la autoclave mide 3,91 x 3,48 metros, entonces:

$$\text{Autoclave}_{\text{ inoperativo}} = 17 \text{ filas} * 30 \text{ ladrillos} = 510 \text{ ladrillos}$$

Para una autoclave tendremos un promedio de 510 ladrillos recubriendo la parte externa del equipo, para cuando hay dos autoclaves tenemos la siguiente operación:

$$\text{Total} = 510 \text{ ladrillos} + 510 \text{ ladrillos} \approx 1020 \text{ ladrillos}$$

4.6.3 Planos y esquemas de autoclaves habilitadas

Los planos correspondientes de cada uno de los mejoramientos de las autoclaves que serán sometidas al mejoramiento, lo describimos en los Anexos.

El Anexo 8 y Anexo 9 muestra las autoclaves con sus vistas tanto frontal como superior con todas las dimensiones estructurales antes de su mejoramiento, esto sirve para apreciar las áreas de trabajo que debemos mejorar.

En el Anexo 10 y Anexo 11 se graficó las autoclaves en su estructura 3D para apreciar la figura solida de los equipos a mejorar.

En el Anexo 12 se realizó el diseño 3D de la mejora de las autoclaves inoperativas con la adición de los ladrillos refractarios en su estructura, así de igual manera las planchas navales recubriendo la capa de ladrillos, en este plano describimos la figura que tendrá el autoclave con la aplicación de la tecnología calorífica.

4.6.4 Diseño de mantenimientos preventivos.

Los autoclaves industriales son equipos que demandan de supervisión y mantenimiento permanente, debido a la gran cantidad de componentes y tecnologías que lo integran. Nuestro diseño de mantenimiento se enfoca en aquellas rutinas básicas que requieren el seguimiento de las instrucciones definidas tanto en los manuales de operación como en las recomendaciones técnicas para la operatividad de estos equipos.

Los mantenimientos preventivos fueron realizados en base a las prácticas actuales de cada una de las áreas de producción de la planta, se utilizará un programa de procedimientos para que el cumplimiento de sus actividades diarias se realice eficazmente de la mejor manera y en el menor tiempo posible.

Se realizó un plan para los mantenimientos de las autoclaves, pero principalmente deberá el trabajador cumplir con cada una de las instrucciones:

Protección necesaria para realizar el mantenimiento preventivo

Para realizar el mantenimiento a las autoclaves es necesario contar con la utilización de equipos de protección personal, sin embargo el uso del equipo de protección personal cuando se realiza un mantenimiento no garantiza que no ocurra ningún accidente. El uso del equipo de protección solo ayuda a reducir los daños que pueda sufrir un trabajador al realizarlo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA

5.1 Costo de la propuesta

La elaboración de la propuesta del mejoramiento en el funcionamiento de las autoclaves ayudara al sistema de producción de la fábrica Chalen así mismo dará un aporte significativo para el procesamiento de plumas de pollo.

El presupuesto a invertir para la ejecución de la propuesta de mejora se detalla a continuación:

Tabla 21. Presupuesto de la Propuesta de Mejora

1. COSTO DEL CONSULTOR PARA LA CAPACITACIÓN					
Rubro	Personal	Cantidad (N)	Tiempo (meses)	Sueldo Mensual (US\$)	Costo Total (US\$)
1.1	Consultor	1	4	1.500	6.000,00
TOTAL					6.000,00
2. COSTO DE LA CAPACITACIONES					
Rubro	Descripción	Cantidad (horas)	Costo Unitario x hora (US\$)	Costo Total (US\$)	
2.1	Talleres de Capacitación	4	50	200	
TOTAL					200,00
3. MATERIALES					
Rubro	Descripción	Cantidad (N)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)	
3.1	Plancha AC/INOX = AISI-304-2B Mate (Grado Alimenticio) Clasificación – Austenitico 18/8 no magnético	16	567,50	9.080,00	
3.2	Ladrillo Refractarios Tipo Cuna A2	1012	6,50	6.476,80	
3.3	Plancha naval de acero al carbono 1,5m x 6 m x ¼” espesor	6	650,00	3.900	
TOTAL					19.456,00

Tabla 22. Continuación

4. ACCESORIOS PARA LA TUBERIA DE LAS AUTOCLAVES				
Rubro	Descripción	Cantidad (N)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
4.1	Tubería cedula 80 de 1 ¼"	60	36	360,00
4.2	Codos de 1 ¼"	26	6,10	158,60
4.3	Válvula de cierre rápido de acero al carbono de alta presión Redwhite-Toyo 1 ¼"	2	43,80	87,60
4.4	Válvula de Galleta de acero al carbono de 1 ¼"	5	56,40	282
4.5	Bunshin reductor de 1 ¼" a 1/2"	1	11,60	11,60
4.6	Unión de acero al carbono de 1 ¼"	1	4,50	4,50
4.7	Collarín de acero al carbono 1 ¼"	1	12,00	12,00
4.8	T de acero al carbono 1 ¼"	5	8,50	42,50
	TOTAL			958,80
5. ACCESORIOS PARA LA TUBERIA DE AGUA PARA EL CALDERO				
Rubro	Descripción	Cantidad (N)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
5.1	Tubería galvanizada de 2"x 1.5mm de espesor	8	2,65	21,2
5.2	Codos de 2"	3	10,50	31,50
5.3	Válvula de cierre rápido 2"	1	32,00	32,00
5.4	Válvula de Galleta de 2"	2	26,65	53,30
5.5	Válvula de drenaje 2"	1	52,95	52,95
5.6	Manguera Anillada de 2"	6	4,85	29,10
	TOTAL			198,85

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN	VALOR (US\$)
CUADRO 1: COSTO DEL EQUIPO CONSULTOR PARA LA CAPACITACION DEL SGA	\$6.000,00
CUADRO 2: COSTO DE LAS CAPACITACIONES	\$200,00
CUADRO 3: MATERIALES	\$19.456,00
CUADRO 4: ACCESORIOS PARA LA TUBERIA DE LAS AUTOCLAVES	\$958,80
CUADRO 5: ACCESORIOS PARA LA TUBERIA DE AGUA PARA EL CALDERO	198,85
COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA DE MEJORA	\$26.813,65

Elaborado por: Héctor Robalino

5.2 Financiamiento

La responsabilidad y compromiso de la utilización de la propuesta de mejoramiento de las autoclaves es de los propietarios de la fábrica Chalen. Para que esto se cumpla la empresa invertirá el costo total de \$26.813,65 por el presupuesto que compone la mejora.

La gerencia de la fábrica Chalen, dirigida por el Sr. Carlos Chalen, empleará los \$26.813,65 con dinero de la empresa para invertir en la propuesta con el fin de generar mayor producción y más clientela.

5.3 Análisis costo-beneficio

De acuerdo con los montos establecidos obtenidos del cálculo realizado, el trabajo de titulación tiene un costo de \$26.813,65, y el beneficio muestra un aumento en cantidad de productos terminados, así de igual manera se conseguirá incremento en los ingresos por concepto de ventas de sacos de harina de plumas.

En base al criterio profesional, cada uno de los elementos que componen la propuesta son de buena calidad, por ende la vital útil de las autoclaves oscila en un promedio de 10 a 15 años, pero siempre aplicando las debidas medidas necesarias para su manejo y mantenimiento.

5.4 Recuperación de la inversión

Mediante la obtención de estos valores se realizará la siguiente comparación de los rubros tanto de ingresos como el del costo de la propuesta:

Datos

Producción = 336 sacos mensuales

$$PVP = \$40,00$$

$$\text{Dinero recaudado al mes} = \text{Produccion} * PVP$$

$$\text{Dinero recaudado al mes} = 336 * \$40,00$$

$$\text{Dinero recaudado al mes} = \$13.440,00$$

Tabla 23. Comparación de Rubros Actuales

Presupuesto de Mejora	Ventas al mes (336 sacos producidos)
\$26.813,65	\$13.440,00

Elaborado por: Héctor Robalino

La empresa Chalen recuperará el monto del financiamiento de la propuesta al termino del tercer mes de producción, utilizando los ingresos por concepto de ventas de sacos de plumas al mes, para esto se utilizará el autoclave marmita.

5.5 Cronograma de implementación

El cronograma de implementación se elaboró en base la utilización del trabajo de titulación en la fábrica Chalen, de acuerdo a esto se describe una secuencia de las actividades que se debe realizar para la ejecución de la propuesta de mejora:

Tabla 24. Cronograma de Actividades de la Propuesta

Descripción	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacitaciones												
Mejoramiento de las autoclaves												
Funcionamiento de las autoclaves												

Elaborado por: Héctor Robalino

Como acabamos de observar nuestro tiempo total para la operación de las autoclaves ya implementado con el debido mejoramiento, nos dio un tiempo máximo de 6 meses para tener todo listo para su operatividad.

CONCLUSIONES

- El sistema de producción actual opera acorde a los lineamientos y las políticas de la empresa, sin embargo se detectó que la planta tenía inconvenientes respecto a las autoclaves inoperativas, puesto que representa una ineficiencia representativa en sus procesos.
- La falta de funcionamiento de las autoclaves es el principal problema que afronta la planta Chalen, por lo cual se planteó un análisis de cada uno de los procesos de producción, así mismo se realizó un balance de costos sobre los recursos que se necesitan para operar con el sistema productivo propuesto y se calculó el nivel de productividad actual dando como resultado un 8%.
- El nivel de productividad que se conseguirá con la propuesta es del 20%, por lo cual se realizaron cálculos como mínimos cuadrados para observar el nivel de producción a 5 años posteriores y se dedujo la eficiencia de producción para responder al problema de inoperatividad de las autoclaves, aportando un criterio con lineamientos de producción para evitar problemas futuros en la planta.
- La inversión total de la propuesta es de \$26.813,65, donde la gerencia de la fábrica Chalen se hará responsable de su financiamiento, para evitar problemas futuros con las autoclaves y obteniendo un mejor desenvolvimiento de las actividades productivas de la planta.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la propuesta de mejora del funcionamiento de las autoclaves basadas en la aplicación de tecnología calorífica y en el cumplimiento de los procedimientos de mantenimientos correspondientes con el periodo de tiempo asignado, para mejorar considerablemente en la producción de la planta.
- Cumplir con todos los lineamientos establecidos para la operación de la fábrica Chalen en todas las áreas inmersas de producción, al mismo tiempo mejorando la línea de producción con evaluaciones o diagnósticos para el desenvolvimiento de su desempeño productivo.
- Aplicar el mejoramiento de las autoclaves en la planta Chalen, así utilizará equipos que actualmente no prestan ningún servicio para la empresa, obteniendo beneficios futuros favorables.
- La gerencia de planta Chalen debe proporcionar todos los recursos necesarios para cumplir con el mejoramiento de las autoclaves, y de igual manera mejorar con cada uno de los procesos de que componen el sistema productivo actual. La empresa deberá invertir y financiar temas en carácter de calidad, ambiente, producción y seguridad industrial.

}

BIBLIOGRAFÍA

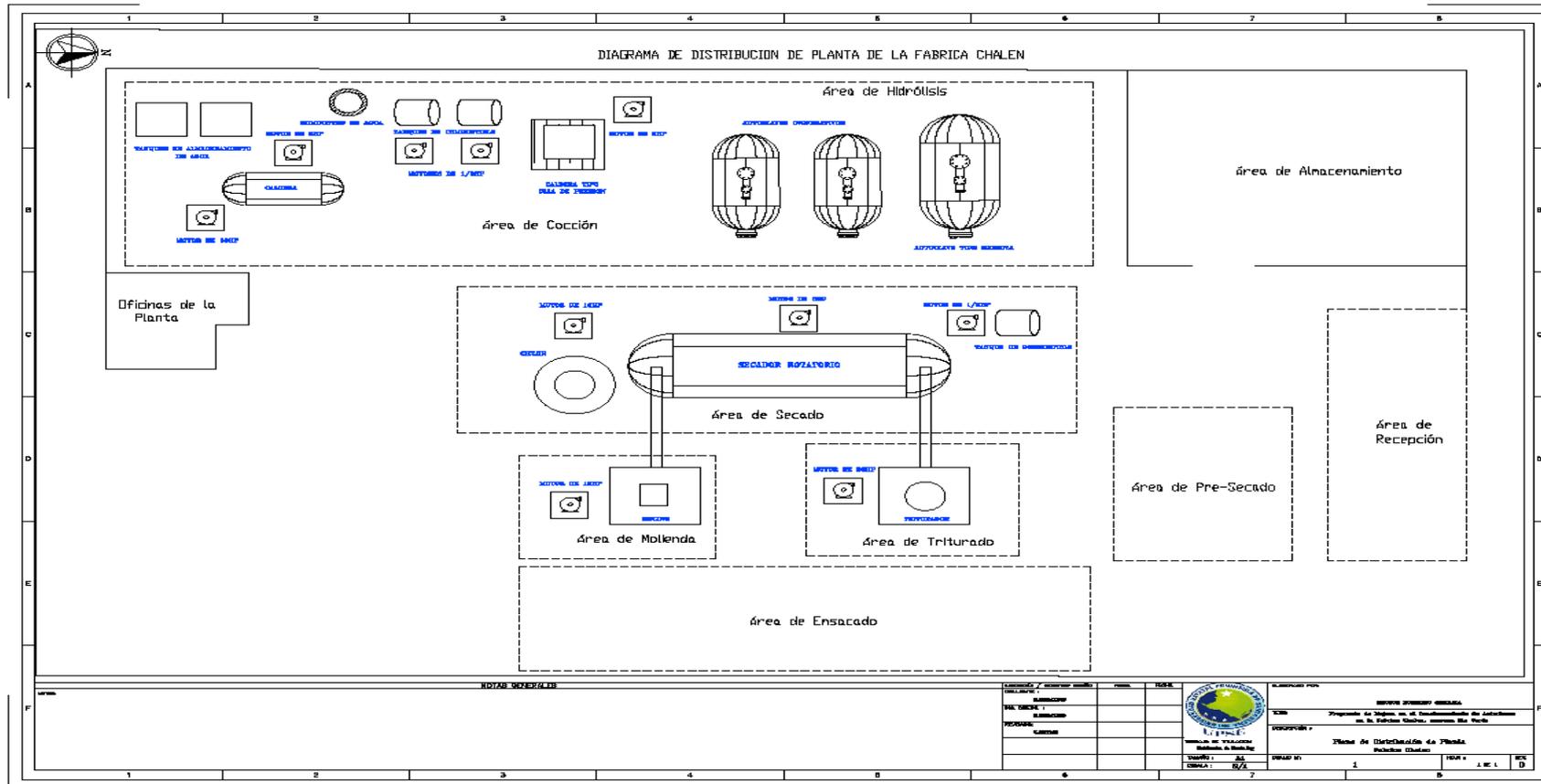
- Adriana María Zapata Cano, Texto: Gestión para la planeación de producción, Editorial: Instituto Tecnológico Metropolitano, 1era Edición 2014
- German Méndez Giraldo, Texto: Sistema experto para la programación de producción – investigación y desarrollo de un prototipo, Editorial: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1era Edición 2013
- Juan Gregorio Arrieta Posada, Texto: Herramientas de producción. Ayudas para el mejoramiento de los procesos productivos, Editorial: Universidad EAFIT, 1era Edición 2011
- Lena Prieto Contreras y Carlos José Pérez, Texto: Diseño de planta. Apuntes de clase No 81, Editorial: Universidad de La Salle, 1era Edición 2013
- Teodoro Kresisch, Texto: Autoclave, Editorial Libróptica – Buenos Aires - Argentina, Edición 2014
- Víctor Miguel Niño Rojas, Texto: Metodología de la Investigación (Diseño y Ejecución), Editorial: Ediciones de la U, 1era Edición 2011

Páginas web

- <http://www.quiminet.com/articulos/autoclave-industrial-funcionamiento-y-tipos-2651729.htm>
- <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4053/Capitulo4.pdf>
- http://www.representacionescib.com/linked/4-tipos_de_autoclave_industrial.pdf
- <http://www.monografias.com/trabajos58/metodologia-investigación/metodologia-investigacion.shtml>
- <https://www.quiminet.com/articulos/como-funciona-el-autoclave-22563.htm>
- <https://www.ecured.cu/Autoclave>
- <http://certoclav.com/es/soporte/knowledge/show/el-funcionamiento-de-los-autoclaves-a-vapor-de-certoclav-presion-y-temperatura-como-parametros-fu.htm>

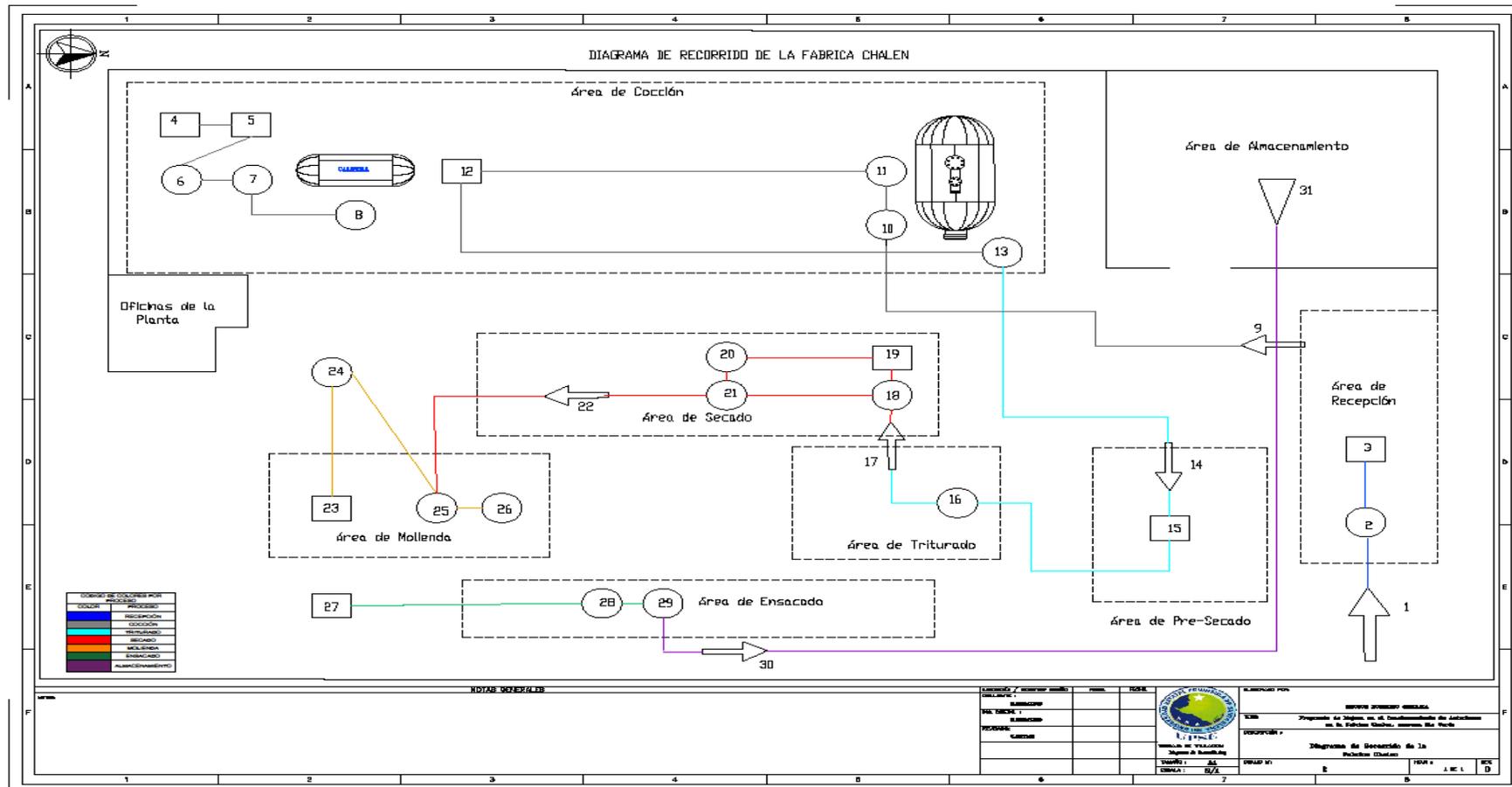
ANEXOS

ANEXO 1. Diagrama de Distribución de Planta



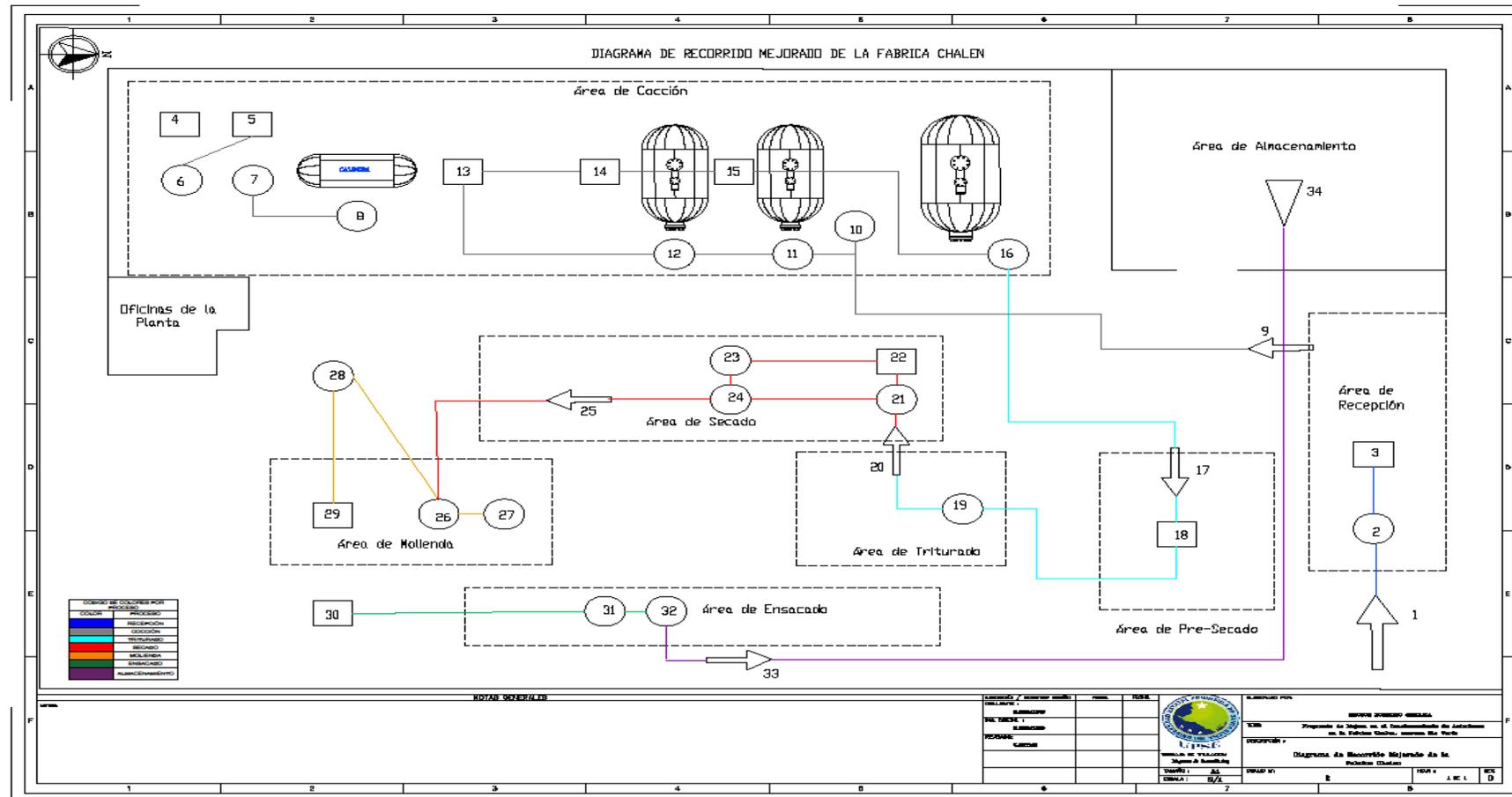
Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 2. Diagrama de Recorrido de la Planta



Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 3. Formato de control mensual de mantenimiento preventivo de las autoclaves



Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 4. Formato de control mensual de mantenimiento preventivo de las autoclaves

Control mensual										
No	Descripción del Mantenimiento a aplicar	Responsable Asignado	Estado			Fecha de Mantenimiento	Conformidad con el Mantenimiento		Fecha del próximo mantenimiento	Observaciones
			B	M	R		Si	No		
1	Limpieza con químicos al interior del Autoclave									
2	Limpieza del exterior del Autoclave									
3	Limpieza de las tuberías de vapor saturado									
4	Verificar las camisas internas del autoclave									
5	Comprobar las lecturas nominales de los manómetros									
6	Comprobar las lecturas nominales de los termómetros									

Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 5. Formato de control anual de mantenimiento preventivo de las autoclaves

Control anual										
No	Descripción del Mantenimiento a aplicar	Responsable Asignado	Estado			Fecha de Mantenimiento	Conformidad con el Mantenimiento		Fecha del próximo mantenimiento	Observaciones
			B	M	R		Si	No		
1	Revisión del cuerpo del Autoclave									
2	Revisión del manómetro, termómetro									
3	Revisión de los filtros de desfogue									
4	Inspección de las tuberías de vapor saturado									
5	Inspección de las Válvulas de control									
6	Inspección del Intercambiador de calor									
7	Revisión del motor									
8	Revisión del Regulador neumático									
9	Revisión de las espreas									
10	Inspección de la Bomba Vertical									

Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 6. Formato de control de calidad

Formato de Control de Calidad						
Responsable:					Lote:	
Fecha						
No	Ítem	Cumplimiento		Producto Terminado		Observaciones
		Si	No	Si	No	
1	Verificar si el producto tiene color marrón					
2	La textura del producto es tamizado fácilmente por las mallas específicas					
3	Comprobar que el producto tenga su aroma característico					
4	Los sacos tienen su etiqueta correspondiente					
6	Comprobar que los sacos de plumas tengan su peso específico					
7	Verificar que las etiquetas contengan la información correspondiente					
8	Realizar los respectivos análisis de control de calidad					
9	Comprobar que el lugar de producto terminado se encuentre limpio					
10	Comprobar que los sacos del producto terminado no contenga ninguna fisura					

Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 7. Formato de control de parámetros de producción de la harina de plumas de pollo

Harina de Pluma		PARAMETROS DE PRODUCCION				
Hora	Cocinada	Presión de Vapor	Promedio de Presión de Vapor	Hora de Carga	Hora de descarga	Tiempo de cocinado (horas)

Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 15. Presupuesto complementario para mejoramiento de las autoclaves

1. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL				
Rubro	Descripción	Cantidad (N)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
1.1	Cascos de seguridad	10	8,35	83,50
1.2	Botas de seguridad	10	37,00	370,00
1.3	Guantes Napa	10	3,20	32,30
1.4	Gafas de protección	10	2,50	25,00
1.5	Mascarillas para soldar	10	11,00	111,00
1.6	Mascarillas con filtro	10	1,15	11,50
1.7	Uniforme	10	40,00	400,00
1.8	Tapones auditivos	10	0,80	8,00
1.9	Mascarillas 3M	10	33,00	333,00
TOTAL				1.374,30
2. EQUIPOS ADICIONALES				
Rubro	Descripción	Cantidad (N)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
2.1	Estibador mecánico	1	535,4	535,40
	Total			535,40

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN	VALOR (US\$)
CUADRO 1: IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	\$1.374,30
CUADRO 2: EQUIPOS ADICIONALES	\$535,40
PRESUPUESTO COMPLEMENTARIO	\$1.909,70

Elaborado por: Héctor Robalino

ANEXO 16. Procedimientos de Mantenimientos preventivos



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTOS DE AUTOCLAVES

Mantenimiento mensual

Plan de mantenimiento preventivo

Responsable: Operador del Equipo

1. Limpiar el filtro de drenaje de la cámara de hidrolización de la autoclave, retirar cualquier residuo retenido en él.
2. Limpiar internamente la cámara de hidrolización de la autoclave, utilizando productos de limpieza que contengan cloro. Incluir en la limpieza las guías de las canastas usadas para colocar las parrillas.
3. Limpiar las superficies externas inoxidables con un detergente suave. Eventualmente podría utilizarse un solvente como el cloro etileno, procurando que este no entre en contacto con superficies que tengan recubrimientos de pintura, señalizaciones o cubiertas plásticas.
4. Verificar que los mecanismos de la puerta de accionamiento manual se ajustan bien y que su operación sea suave para las maniobras del operador.

Por lo general estas actividades antes de la finalización de cada mes, estas recomendaciones para que el equipo funcione normalmente.

Elaborado por: Héctor Robalino



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTOS DE
AUTOCLAVES**

Mantenimiento anual

Plan de mantenimiento preventivo

Responsable: Operador del Equipo

1. Limpiar todos los filtros.
2. Verificar y ajustar la tensión de los resortes de las válvulas de diafragma.
3. Desmontar, limpiar y ajustar las válvulas de seguridad.
4. Cambiar el filtro de aire
5. Efectuar el proceso de hidrolización comprobando en detalle: presión, temperatura, tiempos requeridos para completar cada fase de ciclo. Verificar que el funcionamiento se encuentre dentro de los parámetros definidos por el fabricante.

Verificaciones diarias

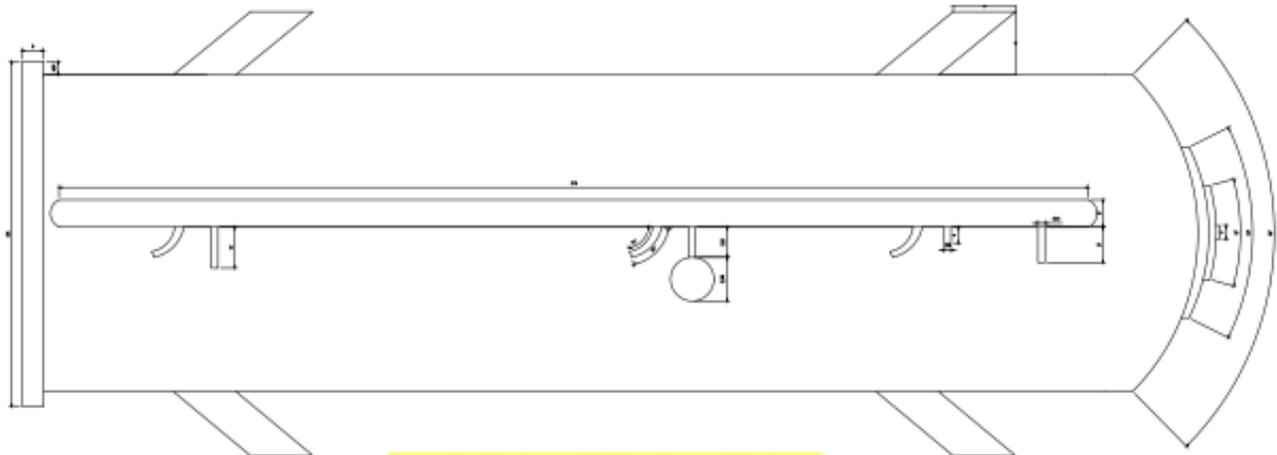
Antes del proceso de hidrolización, deberán realizarse las siguientes verificaciones:

- Tener listo los registros o los formatos de mantenimiento para su respectiva documentación.
- Asegurar que las válvulas de suministro de agua fría, el aire comprimido y vapor saturados estén abiertas.
- Accionar el interruptor que permite calentar la camisa del autoclave, este control debe activarse, que permite el ingreso de vapor a la camisa de hidrolización.
- Comprobar el estado de los manómetros y de los termómetros.
- Controlar que no se presenten fugas de vapor en ninguno de los sistemas que operen la autoclave.

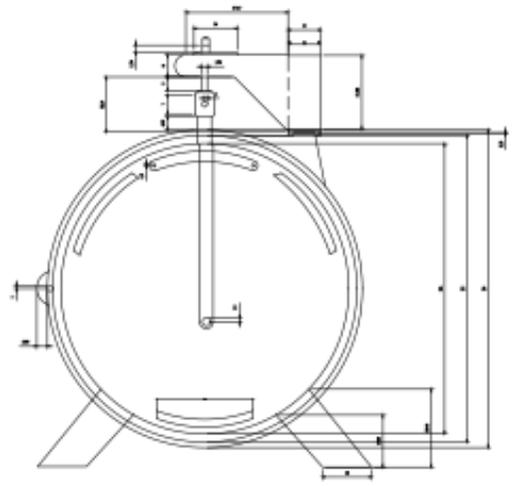
Elaborado por: Héctor Robalino



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



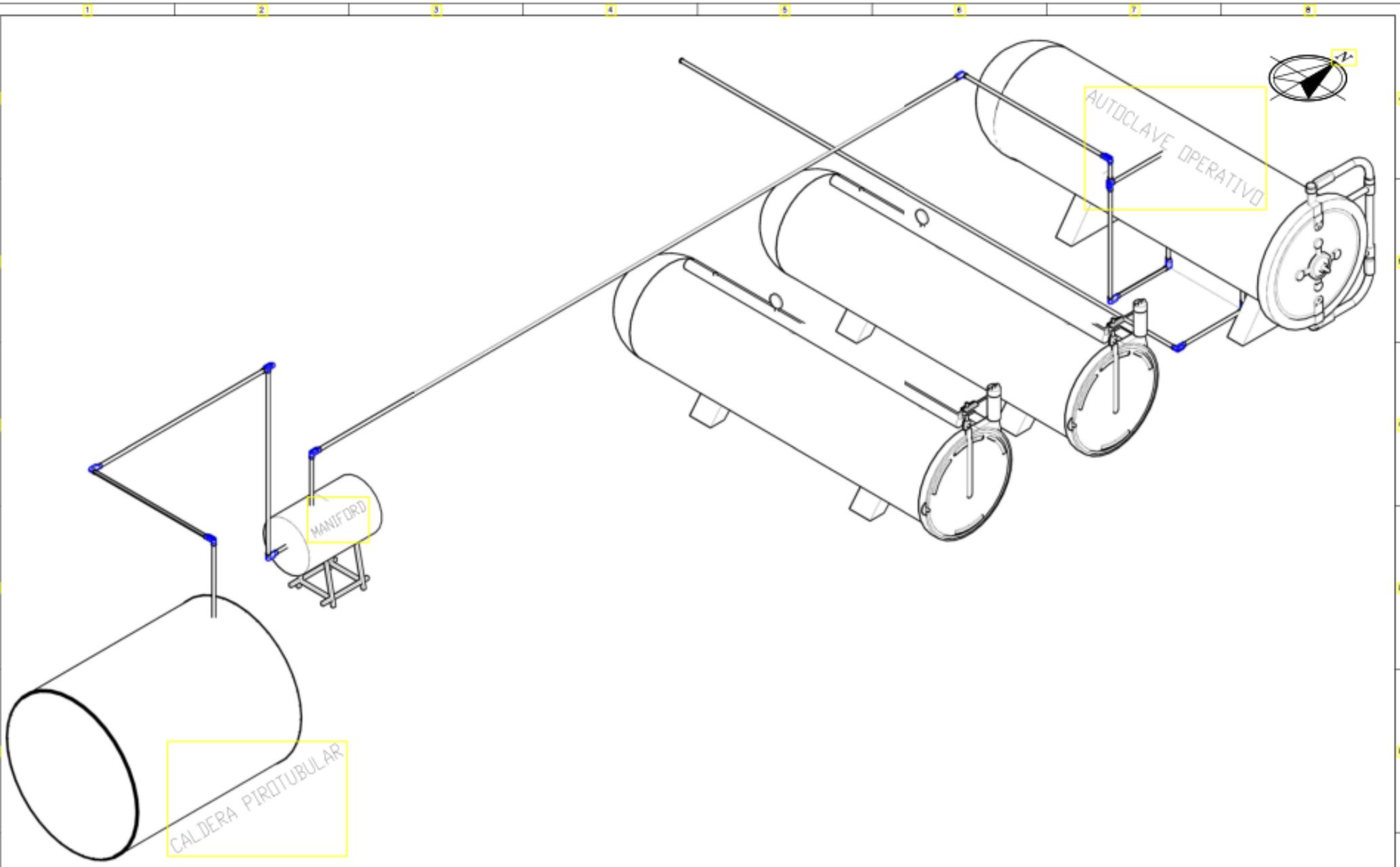
NOTAS GENERALES

NOTAS

INGENIERA / RESORTE GRADO	FIRMA	FECHA
BARBARO		
ING. ESPECIAL		
BARBARO		
REVISOR		
YANIER		



ELABORADO POR	INGENIERO ANTONIO RAMIREZ
TÍTULO	Propuesta de mejoras en el funcionamiento de instalaciones en la Policía Tercera Comarca del Táchira
REVISADO POR	
TÍTULO	Vista Frontal del Estacionamiento Tipo Normal
TAMANO	A4
ESCALA	N/A
FECHA	1
HOJA	1 DE 3
REV.	0

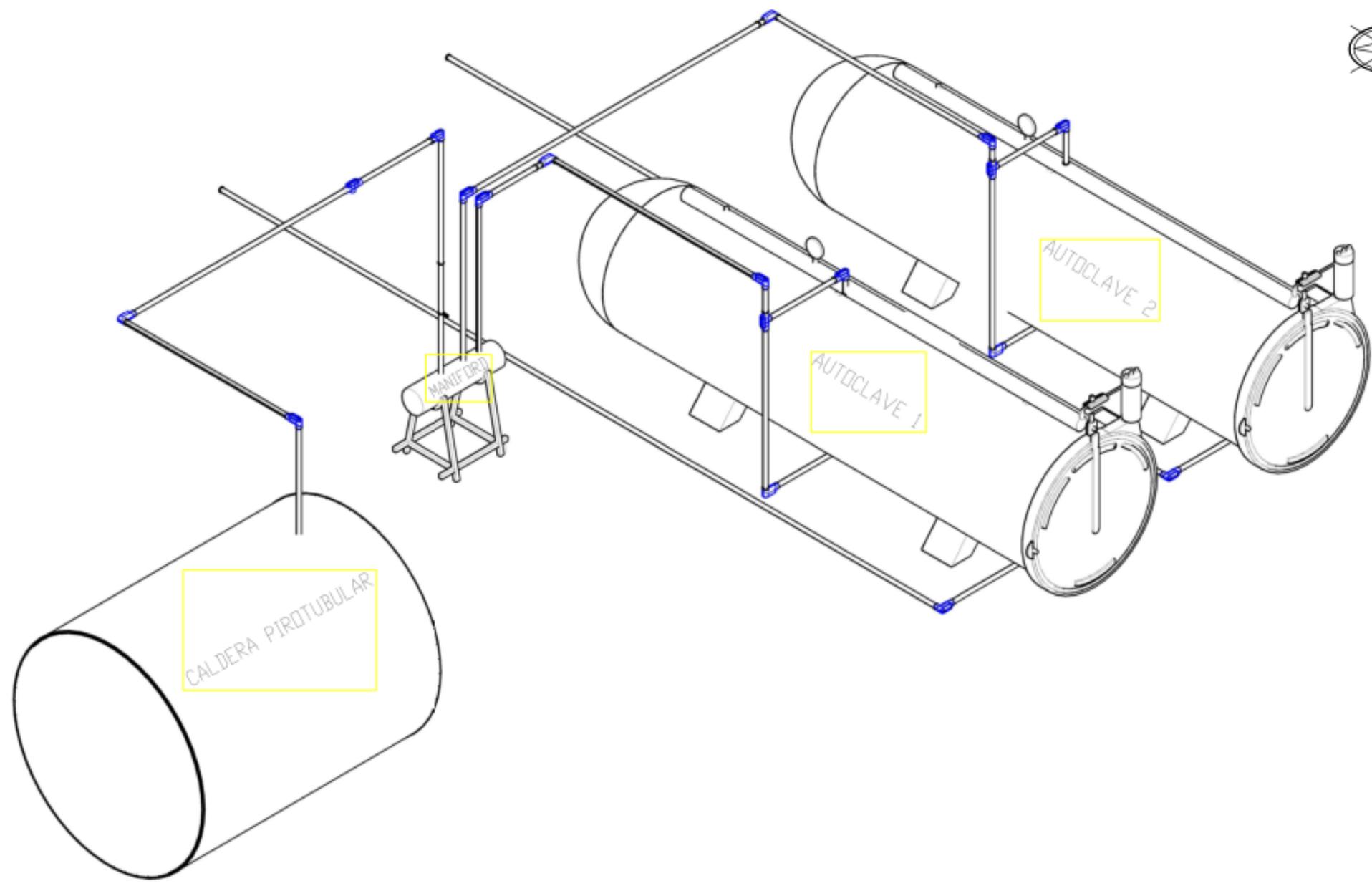


NOTAS GENERALES

INGENIERIA / REVISOR DISEÑO	PRIMA	TERCERA
ELABORADO		
REVISADO		
VALIDADO		



ELABORADO POR	
PROYECTO	Elaboración de planos de instalación de tuberías en la Planta Química de la UG
DESCRIPCIÓN	Red de Tuberías del Autoclave Operativo
FECHA	2023
ESCALA	N/A



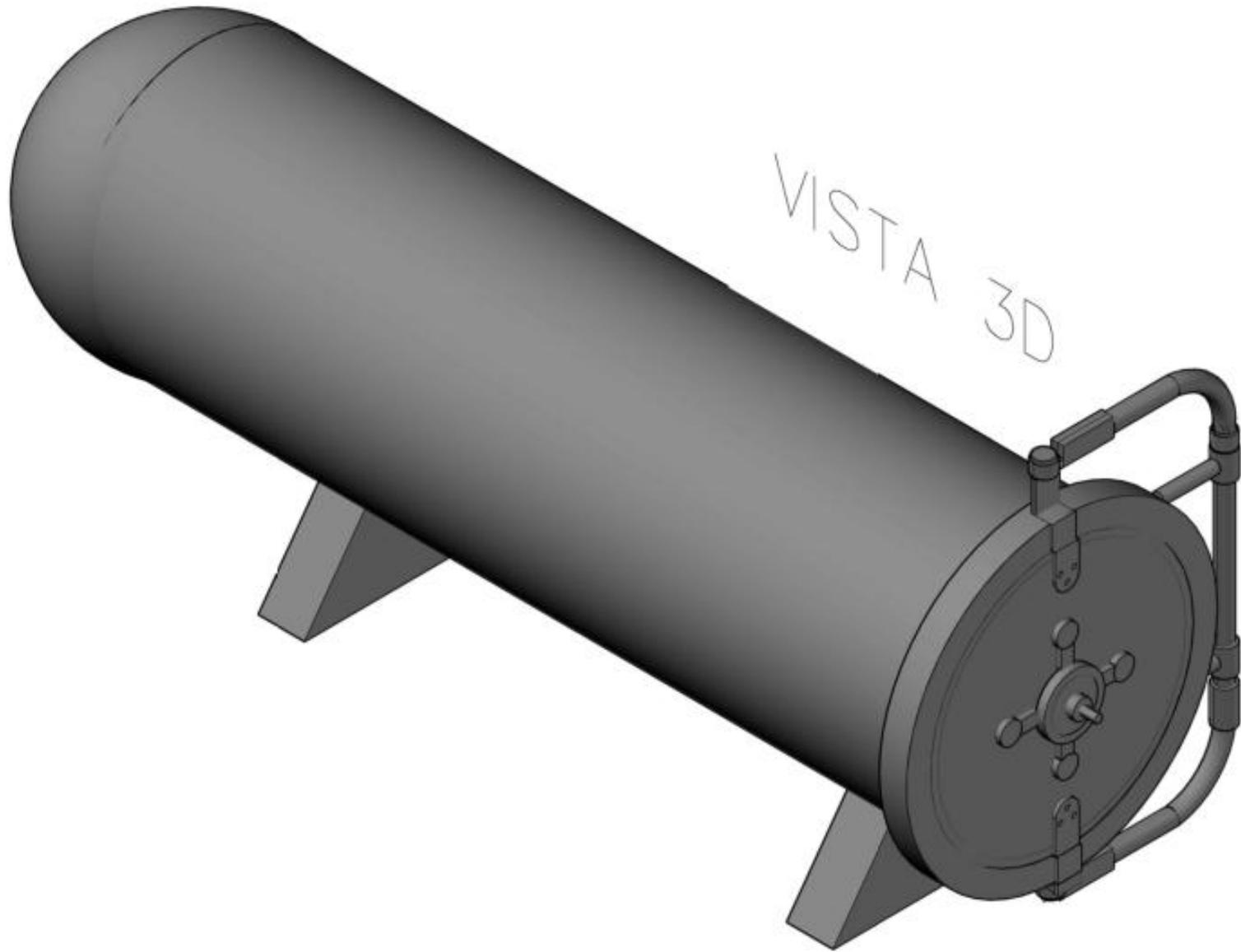
NOTAS GENERALES

INGENIERA / INGENIERO EJECUTOR	PRIMA	TERCERA
ELABORADO		
REVISADO		
Aprobado		



ELABORADO POR:	EDITH BELLAS VIZCAYA
PROYECTO:	Propuesta de hitos en el funcionamiento de instalaciones en la Dirección Técnica, campus de Turis
REVISADO POR:	
DOC No.:	Hitos de Turis
TAMAÑO:	A4
ESCALA:	N/A
DESGR N°:	1
FOLIO:	0

Hoja de Tuberías para las instalaciones suspensivas



NOTAS GENERALES

NOTAS

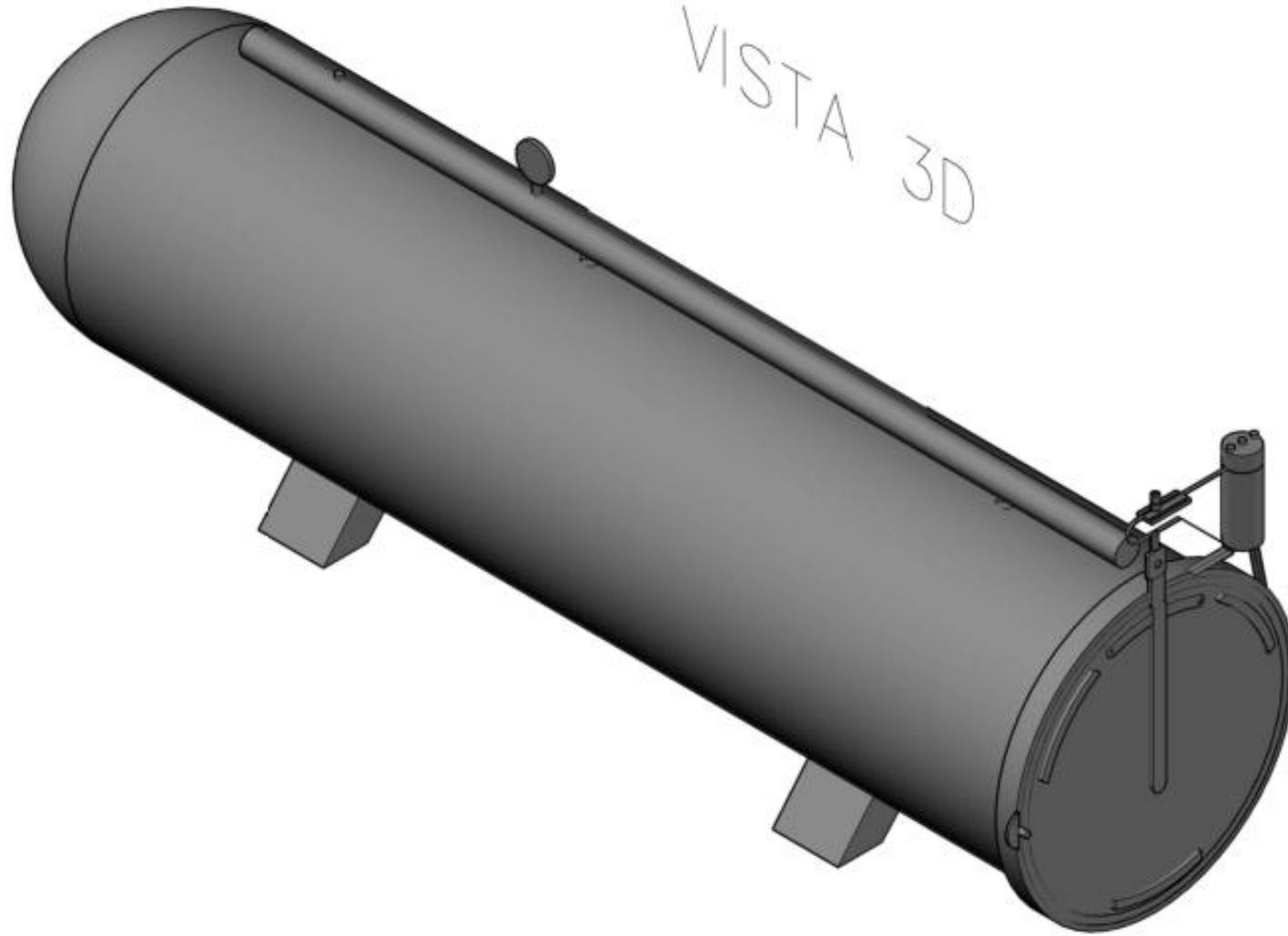
NUMERO / RECORD DISEÑO	FIRMA	FECHA
REVISADO		
DISEÑADO		
VERIFICADO		
VALIDADO		



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PANAMÁ

ESCALA: 1/1

ELABORADO POR:	FECHA:
INGENIERO ROBERTO VARGAS	
TÍTULO:	Propuesta de Mejora en el Funcionamiento de Instalaciones en la División Química con una 3D
DISCIPLINA:	
PROYECTO:	
FECHA:	
ESCALA:	
HOJA N°:	1
TOTAL:	1 DE 1
REV:	0



VISTA 3D

NOTAS GENERALES

NOTAS

INGENIERA / ASISTENTE DE DISEÑO	FORMA	FECHA
ALVARO		
NO. DISEÑO :		
ALVARO		
REVISOR :		
ALVARO		



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO

INSTITUTO

ELABORADO POR:	DAVID DOMINGO CORDA
TÍTULO:	Propuesta de Mejora en el funcionamiento de un sistema de riego en la Finca Tachira comuna El Tachira
DESCRIPCIÓN:	Vista Frontal del sistema
TAMAÑO:	A4
ESCALA:	N/A
DISEÑO N°:	1
FOLIO:	1 DE 1
REV.:	0

