



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE
MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**

Debbie Andreína García Mendoza

Asesorado por el Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE
MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DEBBIE ANDREÍNA GARCÍA MENDOZA
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

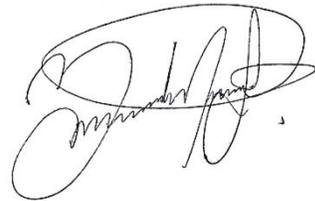
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE
MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de agosto de 2020.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Debbie Andreína García Mendoza', with a small number '1' at the end.

Debbie Andreína García Mendoza

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de mayo de 2023.
REF.EPS.DOC.244.05.2023.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Debbie Andreína García Mendoza, Registro Académico No. 201504207** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Sigrid A. Calderón de León
INGENIERA INDUSTRIAL
COLECCIÓN No. 5082

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SACDL/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de mayo de 2023.
REF.EPS.D.177.05.2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Debbie Andreína García Mendoza** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra



REF.REV.EMI.038.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Debbie Andreína García Mendoza**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2023.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.186.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**, presentado por: **Debbie Andreína García Mendoza**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por
Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de
Ingeniería, Escuela de
Ingeniería Mecánica
Industrial, USAC
Colegiado 4,272
Periodo: julio a diciembre año
2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2023.



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.643.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.**, presentado por: **Debbie Andreína García Mendoza**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

A blue ink signature of José Francisco Gómez Rivera is written over an official stamp. The stamp is circular and contains the text 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA', 'DECANO a.i.', and 'Facultad de Ingeniería'.

Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, septiembre de 2023

JFGR/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Quiero agradecer a Dios por ser la fortaleza en cada paso de mi carrera profesional, por abrir las puertas correctas y necesarias para lograr el sueño que inicio en mi corazón desde pequeña hasta convertirlo en una meta. Me ha llevado hacia donde nunca imaginé y hoy en día puedo asegurar que su gracia me sostiene y hace resplandecer mi vida. Por aquellas noches de desvelos y días complicados entre el trabajo y el estudio, su paz permaneció en mí y me hizo entender que nada es imposible.

Sus planes han sido y son perfectos, me ha bendecido con personas muy especiales y una gran familia que ha celebrado este logro; los cuales me recuerdan que la vida puede ser muy hermosa. Un salmo que me acompaño desde pequeña:

Jehová es mi pastor; y nada me faltará. En lugares de delicados pastos me hará descansar. Junto a agua de reposo me pastoreará. Confortará mi alma; me guiará por sendas de justicia por amor de su nombre. Aunque ande en

valle de sombra de muerte, No temeré mal alguno, porque tú estarás conmigo; tu vara y tu cayado me infundirán aliento. Aderezas mesa delante de mí en presencia de mis angustiadores; unges mi cabeza con aceite; mi copa está rebosando. Ciertamente el bien y la misericordia me seguirán todos los días de mi vida. Y en la casa de Jehová moraré por largos días. (Santa Biblia, Reina y Valera, 1960)

Por siempre estaré agradecida.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi papá

Wingston García, gracias por acompañarme en esta carrera, tus consejos han sido guardados en mi corazón y gracias por creer en mí.

Mamá

Nelly Mendoza, gracias por tu apoyo y por estar presente en cada logro que he tenido.

Hermanas

Angie Ramos, Idida, Cesia y Angela García. Gracias por acompañarme en esta aventura, en las noches de desvelos y en la universidad. Han sido una inspiración para mí.

Tíos

Miguel Angel García y María Mendoza, gracias por estar para mí en todo momento, han sido un pilar importante.

Amigos

Las amistades que hice y las nuevas, han sido parte de este logro, gracias por acompañarme, celebrarlo y ser parte de mi vida.

CMI

Gracias por aceptar mi proyecto, darme la oportunidad de crecer y aprender dentro de la empresa. Agradezco especialmente a Ing. Erwin Lima por sus enseñanzas y tutoría.

**Facultad de
Ingeniería**

Por darme la formación académica.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por la oportunidad de pertenecer a la casa de estudios.

Mi asesor

Inga. Sigrid Calderón, por su apoyo y asesoría en este proceso de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Estructura organizacional del Departamento de Manufactura	3
1.6. Funciones	5
1.7. Actividades de Industria Nacional Alimenticia, S.A.....	5
1.8. Ubicación geográfica	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL, DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual proceso de reporte de fallas	7
2.1.1. Análisis de causas raíz	9

2.1.2.	Análisis de áreas de empaque	13
2.1.2.1.	Áreas-Líneas de producción.....	22
2.1.2.1.1.	Desperdicios identificados en el proceso de empaque ...	28
2.1.2.1.2.	Variación de parámetros, material de empaque e impacto en el proceso actual	32
2.1.2.1.3.	Análisis estadístico distribución de Weibull y diagramación de procesos.....	37
2.1.3.	Área de Empaque Especialidades.....	47
2.1.3.1.	Desperdicios identificados en el proceso de empaque.....	49
2.1.3.2.	Estudio del proceso de trabajo, diagramación y movimientos	57
2.1.3.3.	Proceso de limpieza en Empaque.....	73
2.1.3.4.	Espacios de trabajo	78
2.1.3.4.1.	Mejoras propuestas en el área de Lasaña ...	82
2.1.3.4.2.	Proceso de operación, condiciones de empaque manual (definición de metas)	87
2.1.3.4.3.	Documentación: análisis de modo y	

	efecto, Módulo P4500 (empacadora pastas cortas y enfardeladoras)	97
2.1.4.	Instructivo de operación registro de fallas y control (empacadora y enfardeladoras)	105
2.1.5.	Documentación de parámetros de operación	118
2.2.	Propuestas para el proceso de empaque de especialidades.....	122
2.2.1.	Propuesta de control de piezas sueltas en las áreas de trabajo y mejoras propuestas en los espacios.....	129
2.2.2.	Procedimientos estándar de limpieza especialidades	129
2.2.2.1.	Programa propuesto de cero piezas sueltas	138
2.3.	Resumen de costos de propuestas	148
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO	151
3.1.	Diagnóstico de situación actual del consumo energético	151
3.1.1.	Diagrama de Ishikawa – fase investigación	153
3.1.2.	Medición de luminancia en las áreas.....	154
3.1.2.1.	Estimación del tiempo de uso de luminarias	156
3.2.	Diseño de un plan para reducción de consumo energético ...	160
3.3.	Costo de la propuesta.....	165

4.	FASE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	167
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	167
4.1.1.	Diagrama de Ishikawa – Fase Docencia	173
4.2.	Plan de capacitación	174
4.2.1.	Resultados de la capacitación.....	185
4.3.	Costos de la propuesta	186
	CONCLUSIONES.....	189
	RECOMENDACIONES	191
	REFERENCIAS	195
	APÉNDICE	199
	ANEXOS.....	201

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Organigrama de área de Manufactura Industria Nacional Alimenticia, S.A.....	4
Figura 2.	Ubicación de empresa	6
Figura 3.	Formato entrevista personal operativo.....	8
Figura 4.	Resultados de entrevistas.....	9
Figura 5.	Diagrama de Ishikawa empaque automático	11
Figura 6.	Diagrama de Ishikawa empaque especialidades.....	12
Figura 7.	Gráfica lineal- fallas reportadas por línea	17
Figura 8.	Diagrama de Pareto – porcentaje de horas acumuladas por fallas	18
Figura 9.	Diagrama Pareto.....	20
Figura 10.	Flujograma del procedimiento actual de reporte de fallas.....	21
Figura 11.	Áreas de Empaque Manual y Automático.....	22
Figura 12.	Flujograma de empaque de pasta corta	23
Figura 13.	Costo por hora de mano de obra proporcionado por Gerencia de Manufactura	29
Figura 14.	Layout área de Empaque y Enfardelado.....	30
Figura 15.	Flujograma del procedimiento de empaque de fardos	31
Figura 16.	Pantalla registro de temperatura empacadoras	34
Figura 17.	Regresión de datos – fallas en arrastres de empacadora.....	42
Figura 18.	Gráfica de funciones $R(t)$ y $F(t)$	44
Figura 19.	Gráfico de mantenimiento en días por falla	46
Figura 20.	Área Empaque Lasaña y Canelón	49
Figura 21.	Flujograma del procedimiento de empaque de lasaña	53
Figura 22.	Flujograma del procedimiento de empaque de canelón	55

Figura 23.	Gráfico logro de empaque en lasaña.....	60
Figura 24.	Layout actual – empaque de canelones	63
Figura 25.	Diagrama de spaguetti empaque de canelones	64
Figura 26.	Estado actual de áreas identificadas.....	75
Figura 27.	Flujograma del procedimiento de empaque de canelón	79
Figura 28.	Layout propuesto – empaque de canelones.....	81
Figura 29.	Empaque de canelones comparación de métodos.....	82
Figura 30.	Reorganización del área de Lasaña	83
Figura 31.	Equipo propuesto empaque de especialidades	86
Figura 32.	Esquema para realizar actividades análisis AMEF	98
Figura 33.	Instructivo control de fallas y detección	106
Figura 34.	Guía parámetros de operación temperaturas de empaque	118
Figura 35.	Procedimiento de empaque de especialidades	122
Figura 36.	Procedimiento de limpieza	130
Figura 37.	Programa de cero piezas	138
Figura 38.	Bodega de producto terminado	152
Figura 39.	Bodega de material de empaque	153
Figura 40.	Diagrama de Ishikawa fase investigación.....	154
Figura 41.	Mediciones de iluminación	155
Figura 42.	Datos del área, Bodega de Material de Empaque	157
Figura 43.	Plan de ahorro energético	160
Figura 44.	Resultados de evaluación	171
Figura 45.	Diagrama de Ishikawa Fase Docencia	174
Figura 46.	Plan de capacitación	175
Figura 47.	Capacitación a personal de empaque	186

TABLAS

Tabla 1.	Formato de registro de fallas – enviado por jefe de Manufactura.....	14
Tabla 2.	Listado estándar da fallas en el área de Empaque.....	15
Tabla 3.	Documentación de fallas reportadas – proporcionado por digitador.....	16
Tabla 4.	Resumen reporte de ocurrencia de fallas – proporcionado por digitador.....	16
Tabla 5.	Horas registradas por fallas - periodo de seis meses.....	19
Tabla 6.	Descripción de eficiencias por tipo de recurso.....	25
Tabla 7.	Descripción de capacidad y productividad en línea de empaque.....	27
Tabla 8.	Lluvia de ideas – producto no conforme.....	32
Tabla 9.	Formato de registro – temperaturas.....	33
Tabla 10.	Registro de datos – temperaturas por empacadora.....	35
Tabla 11.	Parámetros de temperatura de empaque primario.....	35
Tabla 12.	Fallas agrupadas por área.....	37
Tabla 13.	Distancia en días de fallas reportadas para arrastres.....	38
Tabla 14.	Fallas en arrastres de empacadora.....	39
Tabla 15.	Parámetros de regresión lineal.....	43
Tabla 16.	Tabla de datos funciones $R(t)$ y $F(t)$	43
Tabla 17.	Resumen rangos de días probabilidad de falla.....	45
Tabla 18.	Resumen de análisis de Weibull – fallas área de Empaque.....	45
Tabla 19.	Detalle de costos hora hombre por tiempos de fallas reportadas.....	47
Tabla 20.	Reporte de operación especialidades.....	48
Tabla 21.	Clasificación de tareas empaque de especialidades.....	50
Tabla 22.	Listado de tareas identificadas en empaque de especialidades..	52
Tabla 23.	Costo por traslados en el proceso de empaque.....	57
Tabla 24.	Diagrama analítico proceso de empaque lasaña.....	58

Tabla 25.	Registro de fardos empacados.....	59
Tabla 26.	Registro de datos de producción de empaque lasaña.....	61
Tabla 27.	Medición de fardos empacados – canelón	62
Tabla 28.	Tiempos clasificación de empaque de canelón	65
Tabla 29.	Descripción proceso de empaque canelones	67
Tabla 30.	Registro de muestreo de canelón.....	71
Tabla 31.	Resumen – muestreo de canelones	73
Tabla 32.	Porcentaje de puntuación de áreas	74
Tabla 33.	Lista de comprobación de espacios de trabajo	74
Tabla 34.	Clasificación – proceso de diagnostico.....	76
Tabla 35.	Porcentajes de frecuencia de uso y ubicación en área de Empaque	78
Tabla 36.	Comparación con método anterior empaque de canelón	80
Tabla 37.	Propuesta diagrama analítico	84
Tabla 38.	Resumen propuesto – empaque de lasaña	85
Tabla 39.	Cálculo de desviación de valores observados.....	88
Tabla 40.	Valoración del ritmo de trabajo.....	89
Tabla 41.	Estudio de tiempos – proceso de canelones	89
Tabla 42.	Tiempo estándar de empaque de canelón	91
Tabla 43.	Definición de metas y personal proceso de canelones.....	91
Tabla 44.	Estudio de tiempos – proceso de lasaña.....	92
Tabla 45.	Tiempo estándar de empaque de lasaña	93
Tabla 46.	Definición de metas y personal proceso de lasaña	94
Tabla 47.	Tabla de costos por paquete	94
Tabla 48.	Análisis AMEF – proceso empaque primario.....	100
Tabla 49.	Análisis AMEF – proceso empaque secundario	103
Tabla 50.	Registro para eliminación de objetos.....	129
Tabla 51.	Costos de implementación de instructivos y seguimiento de propuestas.....	149

Tabla 52.	Luminarias actuales – consumo – cantidad	151
Tabla 53.	Medición promedio de luxes en áreas identificadas	155
Tabla 54.	Consumo por mes de luminarias instaladas	156
Tabla 55.	Detalle de reflectancias.....	158
Tabla 56.	Costo de inversión plan de ahorro energético	166
Tabla 57.	Encuesta para el diagnóstico de necesidades de capacitación .	167
Tabla 58.	Encuesta necesidades de capacitación	169
Tabla 59.	Tabla de ponderación para diagnóstico de necesidades de capacitación.....	170
Tabla 60.	Resultados de capacitación	185
Tabla 61.	Costos de capacitación por sesión	187

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
gr	Gramos
kg	Kilogramo
lux	Luxes
m	Metro
ppm	Paquetes por minutos
%	Porcentaje
\bar{X}	Promedio
(s)	Segundos
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

AMEF	Metodología de análisis del modo y efecto de fallas.
Confiabilidad	Probabilidad de que un sistema o equipo no falle o funcione correctamente.
Despilfarro	Cualquier actividad que consume recursos y aumenta el coste.
Efecto	Impacto en el cliente o proceso posterior.
Eficacia	Logro de los objetivos planteados.
Eficiencia	Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.
Eficiencia energética	Optimización del consumo energético.
Método	Secuencia en la que se ejecuta una actividad.
Misión	Propósito de la existencia de alguien.
Modo falla	Causa que un producto o proceso puede afectar el cumplimiento de las especificaciones.
Mudas	Inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro.

No conformidad	Procesos o productos no conformes.
Procedimiento	es la ejecución de una tarea específica.
Proceso	ejecución de todas las actividades o serie de actos que se suceden en el tiempo.
Sobre procesos	Actividad que no agrega valor a la transformación del producto.
<i>Therbligs</i>	Clasificación de movimientos humanos.
Visión	Anhelo de llegar a algún lugar.

RESUMEN

Industria Nacional Alimenticia, S.A. tiene más de cincuenta años de experiencia en la fabricación y comercialización de pastas, han logrado un buen posicionamiento de marca y construido una organización sólida que busca mejorar continuamente. Actualmente el crecimiento de la demanda de sus productos es alto y tienen presencia en Centroamérica y el Caribe.

Como parte de sus sistemas de gestión han hallado la necesidad de mejorar los factores que disminuyen la satisfacción del cliente, con base al diagnóstico se identifica que muchas de las causas se originan en el área de Producción, por falta de estandarización de parámetros y procedimientos de operación, esto provoca que el producto final no cumpla con los requerimientos establecidos generando defectos de calidad, reprocesos y mermas. Así mismo, la falta de seguimiento y efectividad en el reporte de fallas de equipos generan retrasos en el programa de producción, desperdicios de materiales y tiempos.

Para minimizar la variabilidad en los métodos de trabajo, mejorar la productividad y resultados en las áreas; se documentan los procesos en conjunto con el personal de manufactura tomando en cuenta los procedimientos actuales, oportunidades de mejora, planificación y organización de los involucrados, detallando las causas y efectos provocados por constantes fallas en las líneas de empaque. La documentación propuesta es una guía para mantener una mejora continua y para asegurar la estandarización en el área de Producción.

Se ha elaborado un plan de ahorro energético que consiste en la aplicación de luminarias led de bajo consumo, para las bodegas de almacenaje y áreas

donde se encuentran lámparas de alto consumo. La propuesta beneficia al medio ambiente dado que se obtendrá una producción limpia y la reducción de las emisiones de dióxido de carbono. Así mismo se ha elaborado un plan de capacitación para un periodo de 6 meses a un año, con este se podrá mantener una capacitación continua al personal.

OBJETIVOS

General

Documentar y rediseñar los procedimientos del departamento de Manufactura en Industria Nacional Alimenticia, S.A.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual en el área de Manufactura, por medio del análisis de la documentación, operaciones y personal; para establecer las necesidades a cubrir.
2. Diseñar un estándar de cero piezas sueltas en las áreas de producción, por medio de la identificación de las áreas de riesgo para disminuir la contaminación del producto final.
3. Rediseñar y documentar los procedimientos de empaque de especialidades, a través del análisis de la situación actual para estandarizar la metodología del trabajo.
4. Elaborar propuesta para la reducción de consumo energético asociado a la iluminación, por medio del diagnóstico de la situación actual.
5. Crear un plan de capacitación para el personal del área de Manufactura.

INTRODUCCIÓN

La documentación de los procesos para la elaboración de manuales en una empresa u organización es una herramienta funcional para estandarizar los procedimientos y las operaciones en un área de trabajo. Los avances que posee Industria Nacional Alimenticia, S.A. como tecnología, máquinas y procesos han mejorado su eficiencia, pero muchas de sus prácticas son empíricas y dependen del conocimiento técnico y práctico que tengan los operarios y auxiliares; por lo que existe variación entre prácticas para el turno diurno y nocturno, esto en ocasiones provoca la aparición de no conformidades en el producto final. Otro factor es la frecuencia de fallas en las áreas de Producción, las cuales generan paros y en muchas ocasiones causan mermas, productos en reproceso y retrasos en el programa de producción.

Parte del problema se debe a las fallas continuas en el turno, esto genera que el balance de la línea se complique al momento de estar produciendo, limitando la capacidad de desahogo en el área de Empaque; generando así el paro total de la línea. Los procesos actuales si bien funcionan en cierto porcentaje, la necesidad de aplicar una mejora continua nace con el fin de optimizar los resultados.

Se identifica la necesidad de reducir el consumo energético de la planta, donde se tiene una variedad de tipos de luminarias, algunas de estas generan altos costos anuales y consumen más energía sin ser eficientes provocando un ambiente insalubre con respecto a los niveles de iluminación. Por lo tanto, se desarrolla una propuesta para reducir el consumo energético asociado a las luminarias, en el área de Producción, bodega de producto terminado y bodega

de insumo de empaque, por medio del diagnóstico de la situación actual y las mejoras viables.

Complementando el proyecto se realiza un análisis de detección de necesidades de capacitación para identificar que requiere el personal para ejecutar las actividades de mejor forma y fortalecer los valores y principios de la organización.

1. GENERALIDADES DE INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.

1.1. Reseña histórica

Industria Nacional Alimenticia nace hace cincuenta años, a través de los años han logrado incursionar en otros países logrando con esto llegar al mercado Centroamericano y El Caribe.

Como parte de su misión buscan no solo brindar productos de calidad al consumidor sino también que sus procesos no dañen o deterioren el medio ambiente. Actualmente se encuentran certificados en la norma ISO 9000 y FSSC 22000, donde sus políticas de gestión integradas buscan la calidad e inocuidad de los alimentos, ambiente de trabajo saludable y seguro, cumplimiento de requisitos legales, la mejora continua en sus procesos y actividades.

Su planta está localizada en la 33 C. 6-34 Z.11 Las Charcas, Ciudad de Guatemala, cuenta con áreas de producción, bodegas de almacenamiento, oficinas administrativas, área para Capacitaciones al Personal, clínica médica, doscientos trabajadores, en el área Administrativa cuentan con treinta trabajadores aproximadamente ubicados en diferentes departamentos y áreas

Sus principios y valores son:

- Respeto
- Excelencia
- Integridad

- Responsabilidad

1.2. Visión

Innovar y desarrollar negocios en la cadena de valor del trigo y del maíz que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, apoyados en el fortalecimiento de nuestra marca y la comercialización de los productos, mejorando continuamente la eficiencia y calidad de nuestros procesos, productos y servicios. (Industria Nacional Alimenticia, S.A., 2021, p. 1)

1.3. Misión

Ser líder en negocios asociados a la cadena de valor del trigo, con la participación significativa en harinas de maíz y aprovechando negocios complementarios, en Centroamérica, Caribe y con presencia activa en México, dentro de un marco de responsabilidad social empresarial que mejora la calidad de vida de nuestros colaboradores y cumplan con las expectativas de nuestros accionistas. (Industria Nacional Alimenticia, S.A., 2021, p. 2)

1.4. Objetivos

- Brindar un producto 100 % de calidad, nutritivo y accesible para el consumidor, que los procesos de producción sean amigables al ambiente.

- Proporcionar consistentemente a los clientes productos alimenticios que satisfagan las expectativas de estos.
- Mejorar continuamente todos los procesos y actividades que se realicen.

1.5. Estructura organizacional del Departamento de Manufactura

Estructura organizacional es un sistema utilizado para definir una jerarquía dentro de una organización. Identifica cada puesto, su función y dónde se reporta dentro de la organización. Esta estructura se desarrolla para establecer cómo opera una organización y ayudar a lograr las metas para permitir un crecimiento futuro. (Brume, 2019, p. 8)

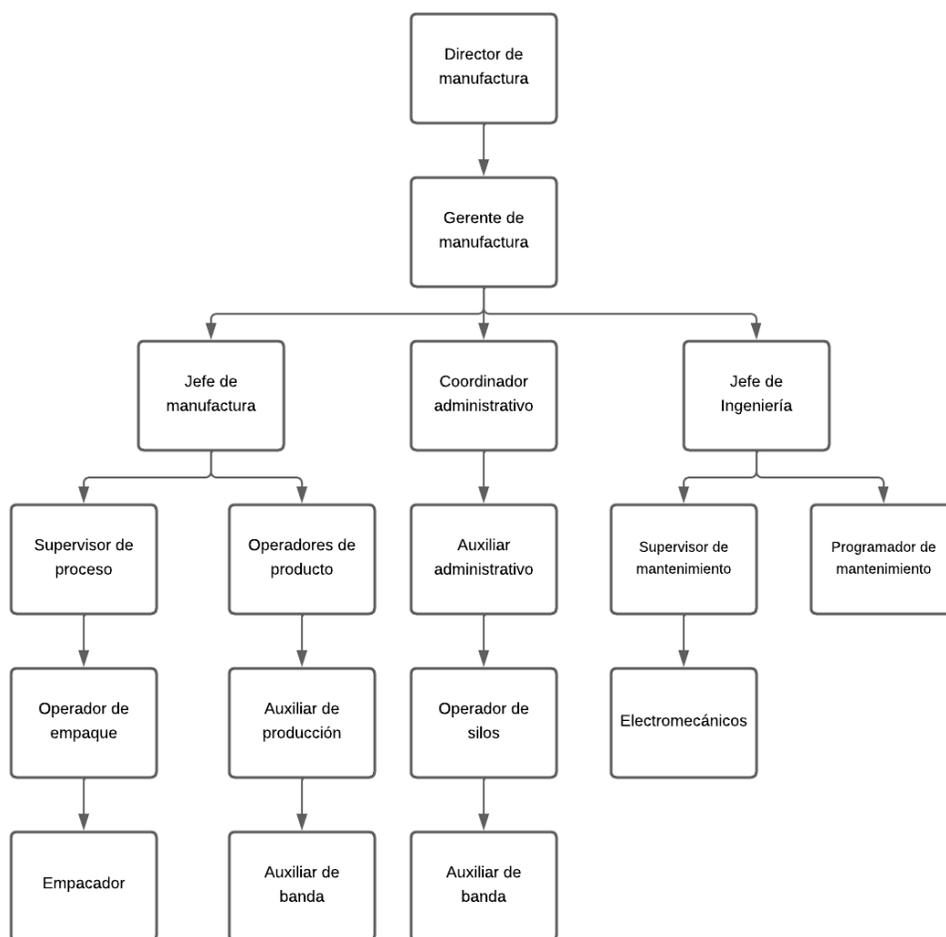
Industria Nacional Alimenticia está organizada de forma funcional, los cuales se organizan con base a las especialidades, en este proyecto se describe el área de Manufactura, donde se representa la división del trabajo. En comparación con la estructura informal, la formal tiene ventaja en cuanto a que la misma tiene una estructura definida tales como: objetivos, jerarquías y funciones establecidas. Entre las desventajas existe una separación entre trabajo y el ámbito social, en donde el trabajador no satisface sus necesidades sociales.

Según Zaparolli (2010) “para representar la jerarquía de la organización se utiliza un organigrama, siendo este un diagrama que ilustra las líneas de dependencia que existen entre las unidades y a las personas de una organización” (p. 202).

A continuación, se muestra el organigrama del área de Manufactura, que es un diseño vertical de tipo funcional siendo este efectivo en cuanto a costos, la organización consta de varios departamentos donde el departamento de Manufactura está conformado por Dirección y Gerencia en mandos altos; jefe de Manufactura, coordinador Administrativo de Producción y jefe de Ingeniería en Mandos Medios.

Figura 1.

Organigrama de área de Manufactura Industria Nacional Alimenticia, S.A.



Nota. La figura presenta la estructura de la organización. Elaboración propia, realizado con Visio.

1.6. Funciones

Industria Nacional Alimenticia, S.A. se divide en diferentes departamentos y puestos estratégicos que tienen funciones específicas para lograr la calidad de la organización, estas se detallan a continuación:

- Director de manufactura: asegura y supervisa cada área, planifica estrategias y establece las metas.
- Gerencia de manufactura: asegura que cada departamento alcance las metas propuestas dentro del presupuesto con alto nivel de calidad.
- Jefe de manufactura: administra los recursos disponibles para la elaboración de producto final.
- Coordinador administrativo de producción: encargado de administrar la materia prima para la elaboración de producto final.
- Jefe de ingeniería: encargado de verificar que todos los equipos operen de forma óptima, previendo reparaciones y realizando el mantenimiento correctivo.

1.7. Actividades de Industria Nacional Alimenticia, S.A.

Industria Nacional Alimenticia es parte de la agrupación de negocios de CMI en el área de Alimentos, estos producen diferentes tipos de pastas teniendo dos plantas productivas en Guatemala y República Dominicana. En el sector de alimentos sus marcas son unas de las más reconocidas en Centro América,

donde transforman el trigo y esta materia prima es utilizada para realizar la masa para las diferentes formas que ofrecen.

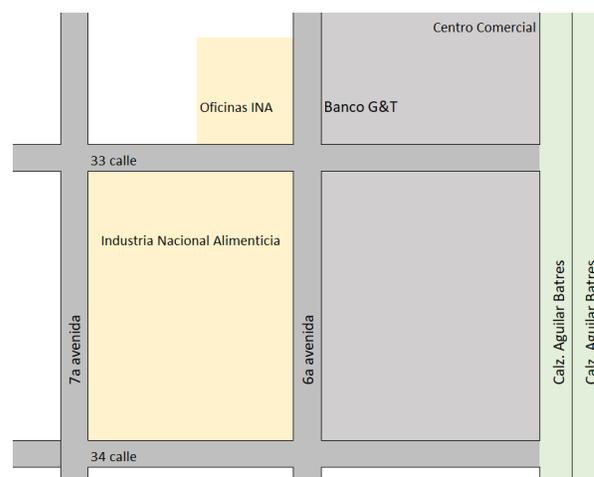
Entre sus actividades se encuentra la transformación del trigo por medio de molinos, donde separan de la semilla la materia prima para la composición de la masa pastera. Adicional cuentan con una línea de atol donde el componente principal es el corazón del trigo. Adicional, entre las actividades también realizan procesos de maquila de sus productos según los requerimientos del cliente.

1.8. Ubicación geográfica

La empresa se encuentra dentro del área de Guatemala, perteneciente a la organización de Molinos Modernos, se encuentran ubicados en 33 calle 6-34, zona 11 colonia Las Charcas de la ciudad capital.

Figura 2.

Ubicación de empresa



Nota. El color amarillo muestra la ubicación de la empresa. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL, DOCUMENTACIÓN Y REDISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA EN INDUSTRIA NACIONAL ALIMENTICIA, S.A.

2.1. Diagnóstico de la situación actual proceso de reporte de fallas

Para identificar las necesidades y comprender la situación actual del área de Manufactura, se realiza un acercamiento al personal operativo con el objetivo comprender los procesos, se realiza una serie de entrevistas; a continuación, se presenta el formato utilizado y los resultados:

Figura 3.

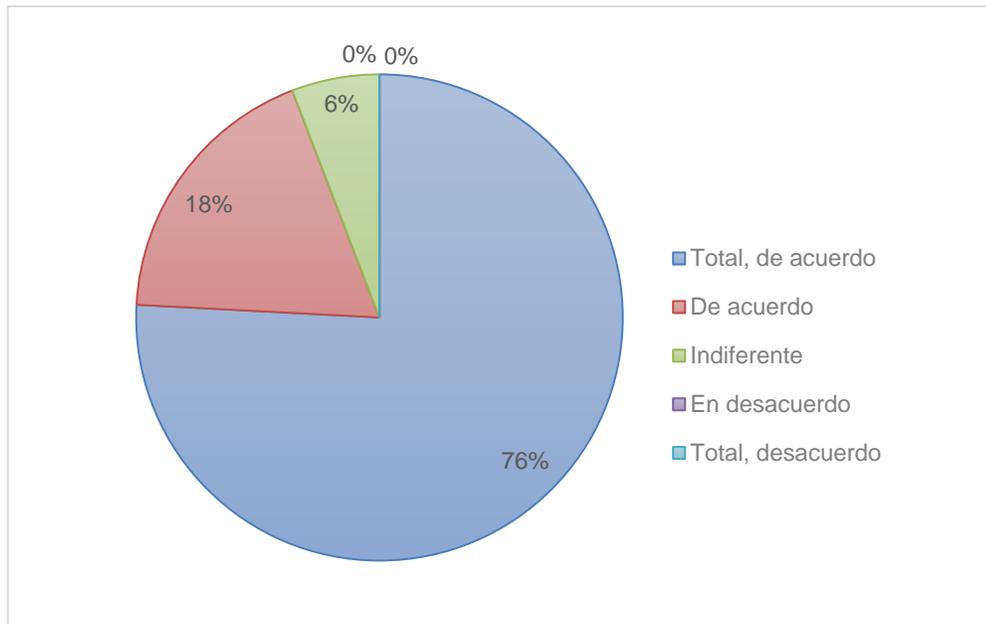
Formato entrevista personal operativo

Fecha:				
Nombre				
Participante:				
Evaluación de la situación actual - Departamento de Manufactura				
¿Cuánto tiempo lleva laborando en la empresa?				
¿En qué área desempeña su trabajo?				
Criterio de calificación				
Total, desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Indiferente (3)	De acuerdo (4)	Total, de acuerdo (5)
1. ¿Conoce y comprende la misión y visión de la empresa?				
1	2	3	4	5
2. ¿Conoce los procesos asociados a su área de trabajo?				
1	2	3	4	5
3. ¿Conoce y comprende los objetivos planteados en su área de trabajo?				
1	2	3	4	5
4. ¿Cree que los procesos actuales carecen de efectividad en su área de trabajo?				
5. ¿Cree que el control de calidad en el área de trabajo es efectivo?				
6. ¿Cree que su área de trabajo es óptima para desempeñar todas sus actividades?				

Nota. El formato de entrevista se diseñó con palabras sencillas y entendibles por cualquier persona. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 4.

Resultados de entrevistas



Nota. Después de tabulados los datos de la entrevista se pudo observar que el “de acuerdo” es el dominante. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la figura 4, el resumen de los resultados. Se busca recopilar la situación actual del área y la interacción del personal y el ambiente de trabajo. Se encuentra que el 76 % están total de acuerdo, 18 % de acuerdo, 5.50 % indiferente y 0.50 % total desacuerdo sobre las preguntas realizadas uno a uno con los colaboradores del área.

2.1.1. Análisis de causas raíz

Con base a las observaciones directas en piso, revisión de los procesos y análisis realizados en la sección 2.1.2, se procede a realizar una lluvia de ideas para identificar el problema principal, y para ello parten de lo siguiente:

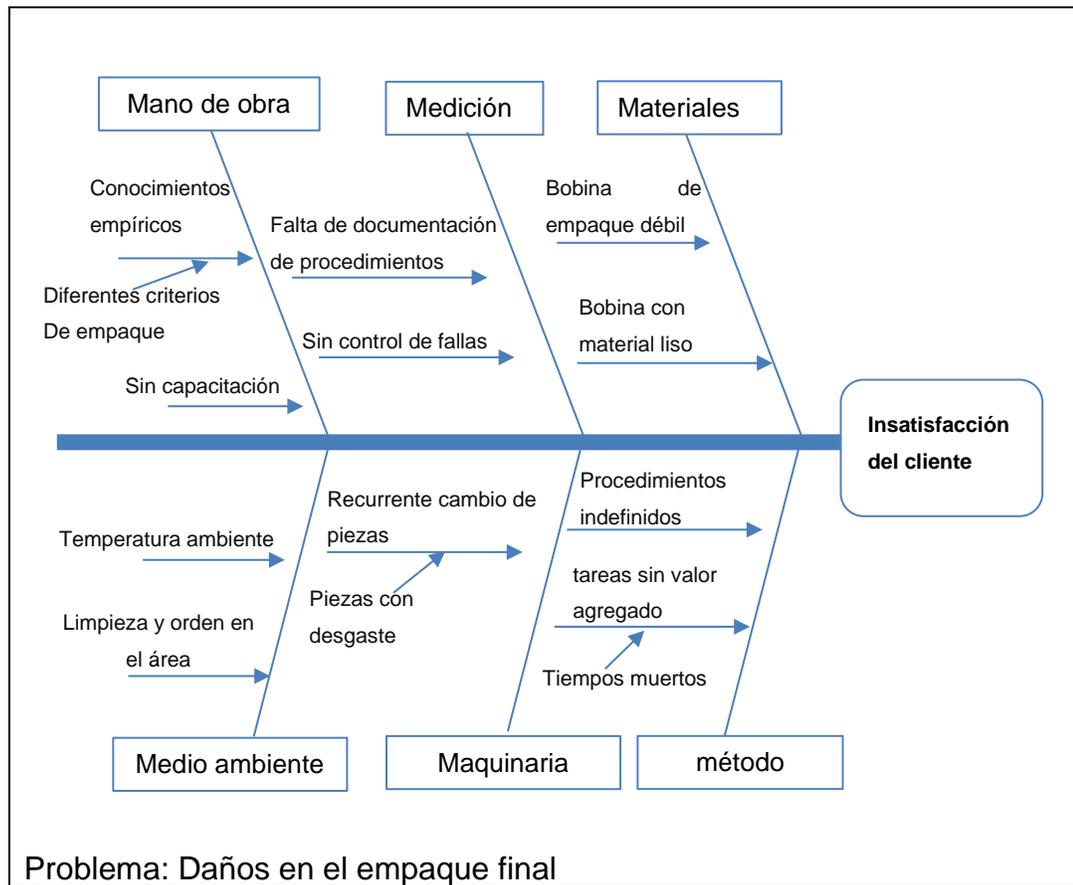
- Seguimiento de fallas ineficiente
- Falta de mantenimiento preventivo con base a la ocurrencia
- Desgaste de piezas
- Falta de estandarización de procesos
- Mermas en el proceso de empaque
- Defectos en el empaque final
- Insatisfacción del cliente
- Reclamos por defectos en el empaque
- Desperdicio de capacidad de la línea
- Tiempos muertos en proceso de empaque
- Bajo aprovechamiento del tiempo disponible
- Material de empaque no adecuado al proceso
- Producto no conforme a las características de calidad
- Diferentes criterios para el empaque
- Falta de capacitación al personal outsourcing
- Falta de seguimiento de metas

Para analizar el problema más a profundidad, se elabora un diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa. Se define el problema principal para el empaque automático y para el empaque manual. La información se obtiene de reuniones con el personal y por observación directa de las complicaciones más comunes en el área.

Dicho diagrama se encuentra a continuación:

Figura 5.

Diagrama de Ishikawa empaque automático



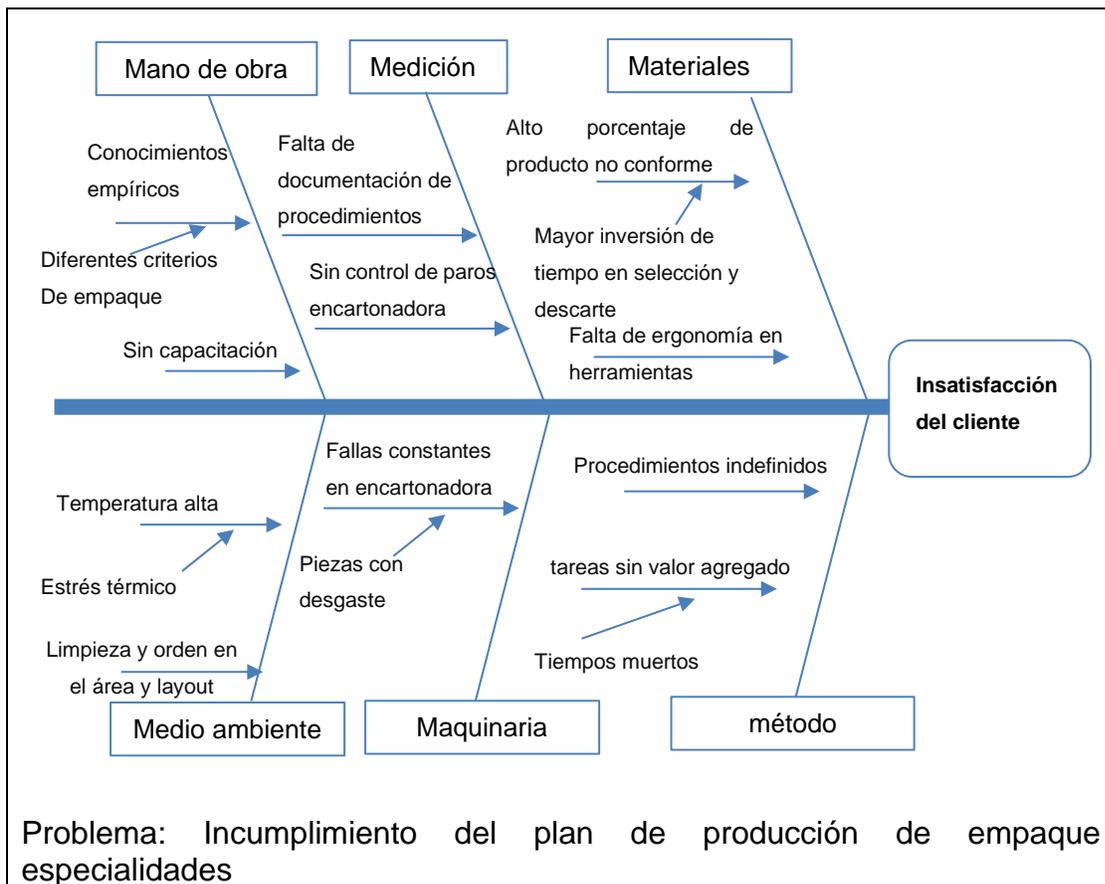
Nota. El diagrama muestra las causas que influyen en la insatisfacción del cliente. Elaboración propia, realizado con Visio.

En la figura 5, se presenta el diagrama de Ishikawa para el empaque automático. Donde el problema principal es daños en el empaque final, este es el contacto directo con el cliente y presentación del producto. El efecto de dicho problema es insatisfacción del cliente, a partir de los dos factores identificados se enlistan las causas potenciales del problema en cuestión.

De las causas agrupadas, se identifica que el factor común es la falta de documentación de procedimientos de empaque, ya que por medio de esta se puede identificar oportunidades de mejora, ineficiencias y evitarlas por medio de proyectos o iniciativas que reduzcan la problemática identificada. Por lo tanto, la antes mencionada es la causa raíz de un empaque dañado.

Figura 6.

Diagrama de Ishikawa empaque especialidades



Nota. El diagrama muestra las causas que influyen en la insatisfacción del cliente. Elaboración propia, realizado con Visio.

En la figura 6, se presenta el diagrama de Ishikawa para el empaque de especialidades. Donde el problema principal es incumplimiento del plan de producción de empaque especialidades, donde en temporada alta la demanda incrementa y al no cumplir con el plan se genera mayor inversión de tiempo en el área de Empaque. El efecto de dicho problema es insatisfacción del cliente, ya que al no cumplir con los tiempos de entrega el cliente percibe una insatisfacción por el servicio brindado, a partir de los dos factores identificados se enlistan las causas potenciales del problema en cuestión.

De las causas agrupadas, se identifica que el factor común es la falta de documentación de los procedimientos de empaque ya que por medio de esta se puede identificar oportunidades de mejora, ineficiencias y evitarlas por medio de proyectos o iniciativas que reduzcan la problemática. Por lo tanto, la antes mencionada es la causa raíz de los retrasos en el plan.

2.1.2. Análisis de áreas de empaque

Industrial Nacional Alimenticia cuenta con 9 líneas de producción, la planta permanece activa las 24 horas con dos turnos de trabajo; cada área de Producción tiene un operador y auxiliar de empaque, que se encargan de monitorear la producción, controlar los parámetros de temperatura y condiciones de los equipos. Para el reporte de fallas, se registra los tiempos del paro, causas principales y desperdicio que se generan.

En la tabla 1 se muestra la documentación actual y en la tabla 2 el estándar de paros a reportar, este es el histórico que se obtiene por cada turno de trabajo de forma diaria.

Tabla 1.

Formato de registro de fallas – enviado por jefe de Manufactura

Fecha:	Línea:	Operador:					
Jornada:	Turno:	Firma:					
Fallas paros – prensa							
Tiempo (min)	Causa	Paro	Falla	Empaque	Descripción	Kg Producto	
Fallas Empaque							
Tiempo (min)	Causa	Paro	Falla	Empaque	Descripción	Kg Producto	
Desperdicios de Empacadoras							
Orden	Figura	Marca	Peso/Un	Fardos	Empacadora	Reproceso	Causa desperdicio
Orden	Empacadora	Kg / Bobina desperdicio	KG/ Bobina utilizada	HG termo desperdicio	Kg Termo utilizado	Medida Bolsa	Causa desperdicio
Observaciones							

Nota. Formato de registro de fallas ocurridas en la operación. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Registro de producción agosto 2020.* (s/p.) CMI.

Tabla 2.*Listado estándar de fallas en el área de Empaque*

EMPACADORAS		
Falla mecánica en empaque	Tipo	Área
Transmisión de movimiento en empaque	Máquina	EMPAQUE
Termorregulación en empaque	Máquina	EMPAQUE
Mal sello por control de temperatura/resistencia	Máquina	EMPAQUE
Mal sello por mal corte de cuchilla	Máquina	EMPAQUE
Mal sello por mordaza	Máquina	EMPAQUE
Cuello formador (formación)	Máquina	EMPAQUE
Cambio de bobina	Máquina	EMPAQUE
Ajuste de máquina	Máquina	EMPAQUE
Codificador	Máquina	EMPAQUE
Falla por freno	Máquina	EMPAQUE
Problemas con peso de paquete	Máquina	EMPAQUE
Enfardeladoras	Máquina	EMPAQUE
Fuga de producto	Máquina	EMPAQUE
Arrastres	Máquina	EMPAQUE
Cuchillas	Máquina	EMPAQUE
Mordazas	Máquina	EMPAQUE
Fechador	Máquina	EMPAQUE
Empacadoras	Máquina	EMPAQUE
Banda transportadora hacia bodega	Máquina	EMPAQUE
Desperdicio no reportado	Método	EMPAQUE

Nota. Listado estandarizado de fallas recurrentes en la empacadora. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Registro de producción agosto 2020.* (s/p.) CMI.

Posterior al registro se procede a digitalizar los datos reportados por el operador de línea. Esto permite obtener un histórico por día de la frecuencia, tiempos y causas por cada paro; en la tabla 3 se muestra el formato digitalizado donde se documenta los paros, tiempos, jornada, entre otros. En la tabla 4, se muestra el resumen de las fallas reportadas por el operador de línea.

Tabla 3.

Documentación de fallas reportadas – proporcionado por digitador

Fecha	Línea	Jornad	Minutos Par	Horas	Cód Fall	Paro	Falla	Empaque	Causa Paro	KG Product
28/02/2020	P4500	DIURNA	60	1.00	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
28/02/2020	P4500	DIURNA	20	0.33	ME17	E		Empaque	Fechador	
28/02/2020	P4500	NOCTURNA	60	1.00	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
28/02/2020	P4500	NOCTURNA	43	0.72	ME3	E		Empaque	Mal sello por control de temperatura/resistencia	
29/02/2020	P4500	DIURNA	180	3.00	ME	E		Empaque	Falla Mecánica en Empaque	
29/02/2020	P4500	DIURNA	210	3.50	O8	E		Empaque	Detalle	2448
01/03/2020	P4500	NOCTURNA	60	1.00	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
05/03/2020	P4500	DIURNA	40	0.67	ME17	E		Empaque	Fechador	
05/03/2020	P4500	DIURNA	30	0.50	ME16	E		Empaque	Mordazas	
05/03/2020	P4500	DIURNA	80	1.33	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
05/03/2020	P4500	DIURNA	80	1.33	ME14	E		Empaque	Arrastres	
05/03/2020	P4500	DIURNA	60	1.00	ME14	E		Empaque	Arrastres	
07/03/2020	P4500	NOCTURNA	30	0.50	ME	E		Empaque	Falla Mecánica en Empaque	
07/03/2020	P4500	NOCTURNA	60	1.00	ME17	E		Empaque	Fechador	
12/03/2020	P4500	DIURNA	60	1.00	ME5	E		Empaque	Mal sello por mordaza	
12/03/2020	P4500	DIURNA	110	1.83	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
13/03/2020	P4500	DIURNA	66	1.10	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
13/03/2020	P4500	DIURNA	70	1.17	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
13/03/2020	P4500	NOCTURNA	140	2.33	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
13/03/2020	P4500	NOCTURNA	30	0.50	ME5	E		Empaque	Mal sello por mordaza	
13/03/2020	P4500	NOCTURNA	30	0.50	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	
14/03/2020	P4500	DIURNA	75	1.25	ME17	E		Empaque	Fechador	
14/03/2020	P4500	DIURNA	30	0.50	ME17	E		Empaque	Fechador	
14/03/2020	P4500	DIURNA	90	1.50	ME5	E		Empaque	Mal sello por mordaza	
15/03/2020	P4500	NOCTURNA	30	0.50	O11	E		Empaque	Vaciador silo	
15/03/2020	P4500	NOCTURNA	150	2.50	ME3	E		Empaque	Mal sello por control de temperatura/resistencia	
16/03/2020	P4500	DIURNA	89	1.48	ME17	E		Empaque	Fechador	
16/03/2020	P4500	DIURNA	45	0.75	ME1	E		Empaque	Transmisión de Movimiento en Empaque	
21/03/2020	P4500	DIURNA	360	6.00	ME9	E		Empaque	Codificador	
21/03/2020	P4500	DIURNA	120	2.00	ME17	E		Empaque	Fechador	
21/03/2020	P4500	NOCTURNA	165	2.75	ME9	E		Empaque	Codificador	
24/03/2020	P4500	NOCTURNA	90	1.50	ME12	E		Empaque	Enfardeladoras	

Nota. Fallas reportadas por operador de empacadora. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Reporte de fallas de empacadoras enero 2020 a junio 2020.* (s/p.) CMI.

Tabla 4.

Resumen reporte de ocurrencia de fallas – proporcionado por digitador

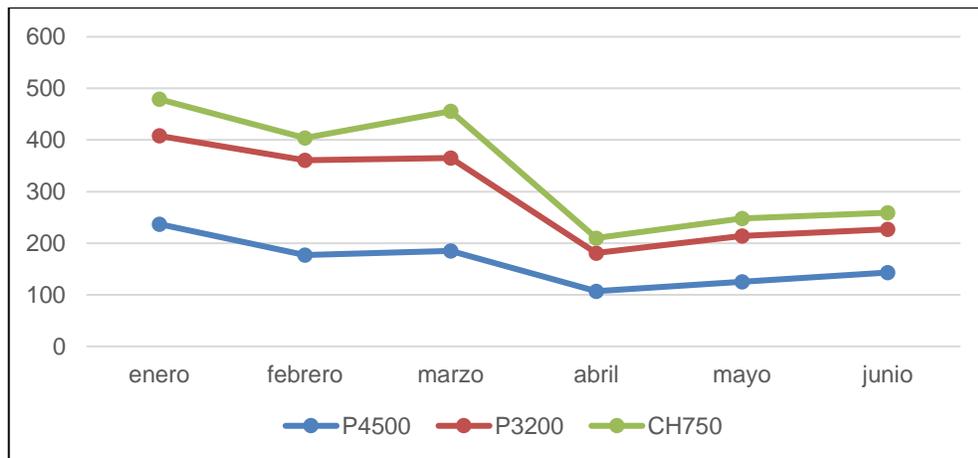
Línea	frecuencia fallas mes					
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
P4500	237	177	185	107	125	143
P3200	171	184	180	74	89	84
CH750	71	43	91	29	34	32
Total	479	404	456	210	248	259

Nota. Resumen de fallas reportadas por mes. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Bitácora de fallas de empacadoras enero 2020 a junio 2020.* (s/p.) CMI.

Con base a la matriz anterior se construye el gráfico lineal de la figura 7, donde se visualiza la tendencia de fallas. La frecuencia se incrementa siendo el pico más alto para la empacadora P4500; se observa una breve disminución en el mes de abril y posterior de mayo a junio se incrementa la frecuencia de paros reportados.

Figura 7.

Gráfica lineal- fallas reportadas por línea



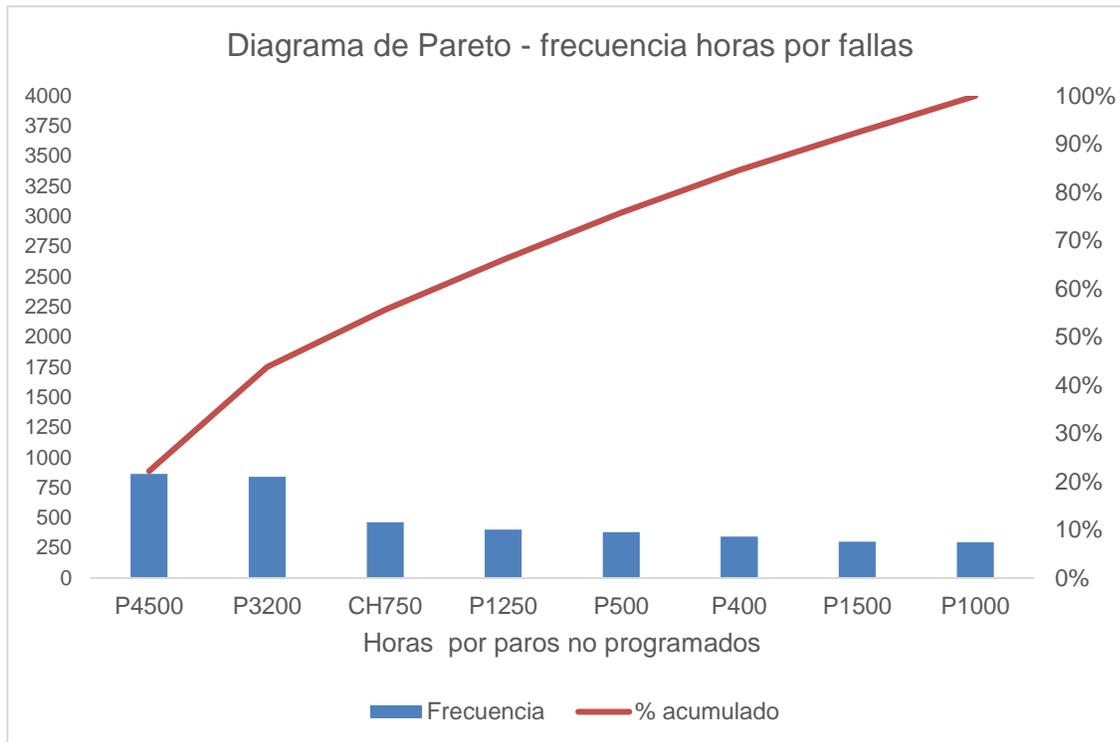
Nota. Tendencia de fallas reportadas de forma mensual. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Bitácora de fallas de empacadoras enero 2020 a junio 2020.* (s/p.) CMI.

Con base a los datos documentados de los últimos 6 meses, tabla 4, se realiza el siguiente diagrama de Pareto para determinar la línea con mayor ocurrencia de paros:

Se establece que la línea P4500 es la que más incidencia presenta en cuanto a los paros reportados durante los turnos de empaque como se observa en la figura 8:

Figura 8.

Diagrama de Pareto – porcentaje de horas acumuladas por fallas



Nota. El diagrama presenta las horas pérdidas no programadas en los distintos equipos de estudio. Elaboración propia, realizado con Excel.

El diagrama es construido con base a la tabla 5, y presenta las horas registradas por paros en las líneas. Estas a su vez representan un costo de mano de obra, donde el tiempo en el proceso de empaque no continua. Por lo tanto, se mapea el costo para la empresa de tener estos paros con base a las horas.

Tabla 5.

Horas registradas por fallas - periodo de seis meses

Línea	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje acumulado	Costo (Quetzales)
P4500	863	22 %	863	22 %	16.170
P3200	840	22 %	1703	44 %	10.360
CH750	462	12 %	2165	56 %	14.070
P1250	402	10 %	2567	66 %	10.535
P500	381	10 %	2948	76 %	29.400
P400	345	9 %	3293	85 %	12.075
P1500	301	8 %	3594	92 %	30.205
P1000	296	8 %	3890	100 %	13.335
Total	3.890				136.150

Nota. La tabla presenta el costo de mano de obra por esperas debido a las fallas. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Bitácora de fallas de empacadoras enero 2020 a junio 2020*. (s/p.) CMI.

Partiendo del análisis anterior, se procede a mapear la frecuencia de ocurrencia de las fallas reportadas para la línea P4500, en conversación con el gerente de manufactura por ser líneas similares se procede a documentar las fallas de la línea mencionada por ser de mayor capacidad y demanda de producción.

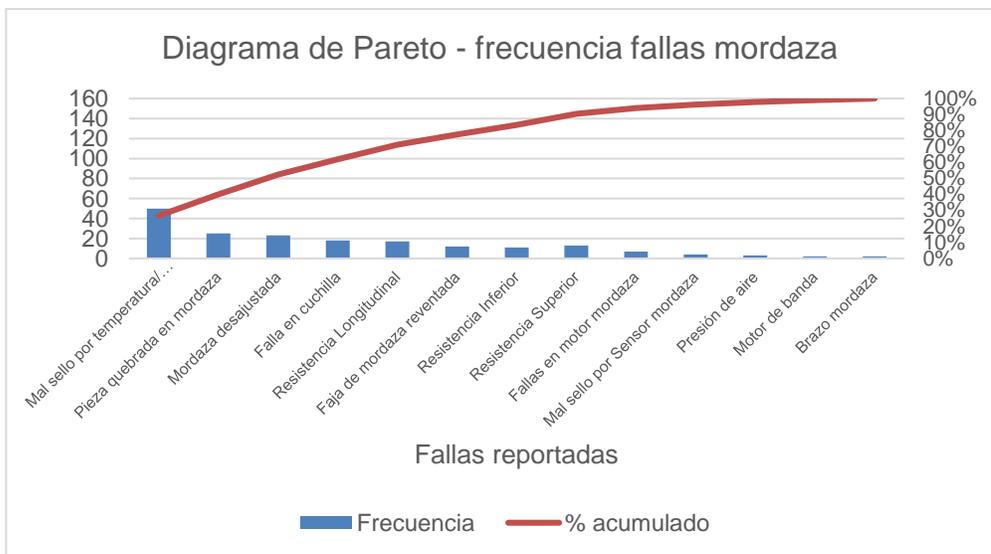
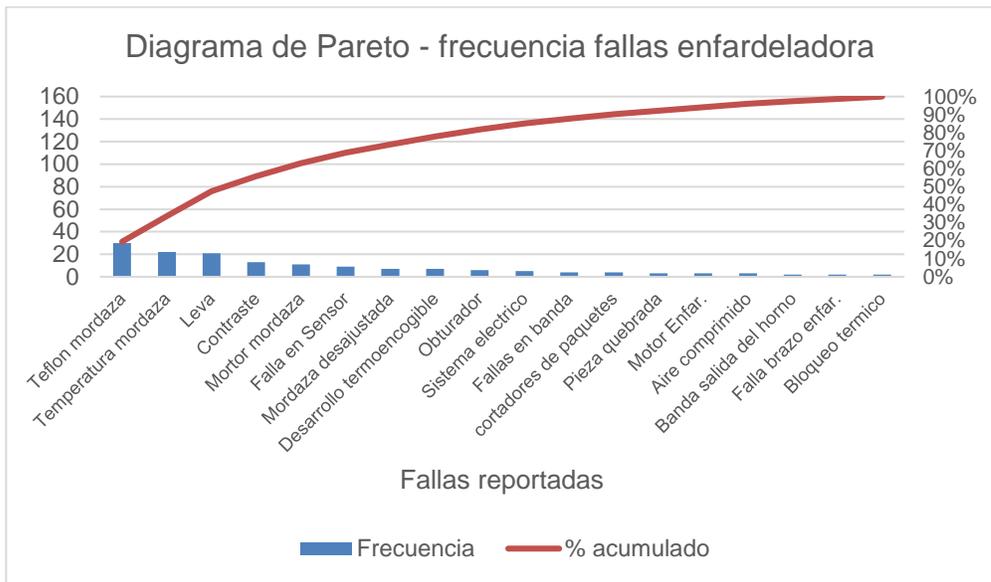
De los paros registrados en el turno se recolecta la información para determinar las fallas más frecuentes tanto en el proceso de enfardelado y sellado de producto.

En la figura 9 se grafica el Pareto de las causas principales. Para la enfardeladora el 80 % se concentra en las primeras 9 fallas reportadas para la mordaza de empaque se centra en las primeras 6.

A partir de los diagramas de figura 9 se identifican las fallas más recurrentes reportadas en los últimos 6 meses para la empacadora P4500.

Figura 9.

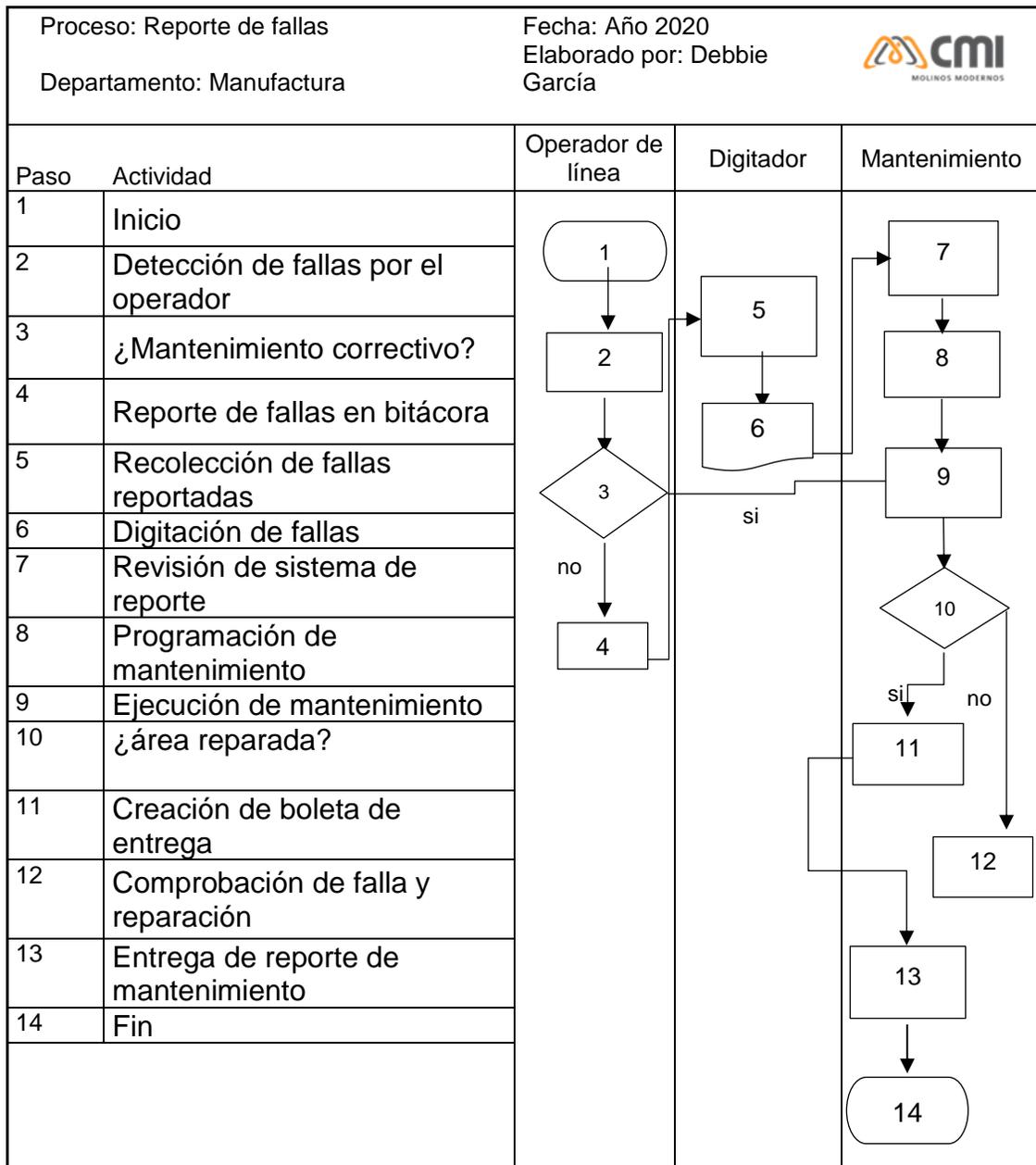
Diagrama Pareto



Nota. Ambos diagramas muestran fallas en diferentes partes de la maquinaria. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 10.

Flujograma del procedimiento actual de reporte de fallas



Nota. El diagrama presenta los 13 pasos del procedimiento para el reporte de fallas. Elaboración propia, realizado con Visio.

2.1.2.1. Áreas-Líneas de producción

El proceso de Empaque de las líneas es automático para las líneas de producción de pastas largas y cortas (Spaguetti, coditos, macarrón, entre otros), y para otros es de forma semimanual (lasaña y canelón). Para definir la situación actual se diagrama el proceso como se observa en la figura 11. Por medio del recorrido se observa la ejecución de los métodos de empaque tanto automáticos como manuales, como se observa en la siguiente figura.

Figura 11.

Áreas de Empaque Manual y Automático

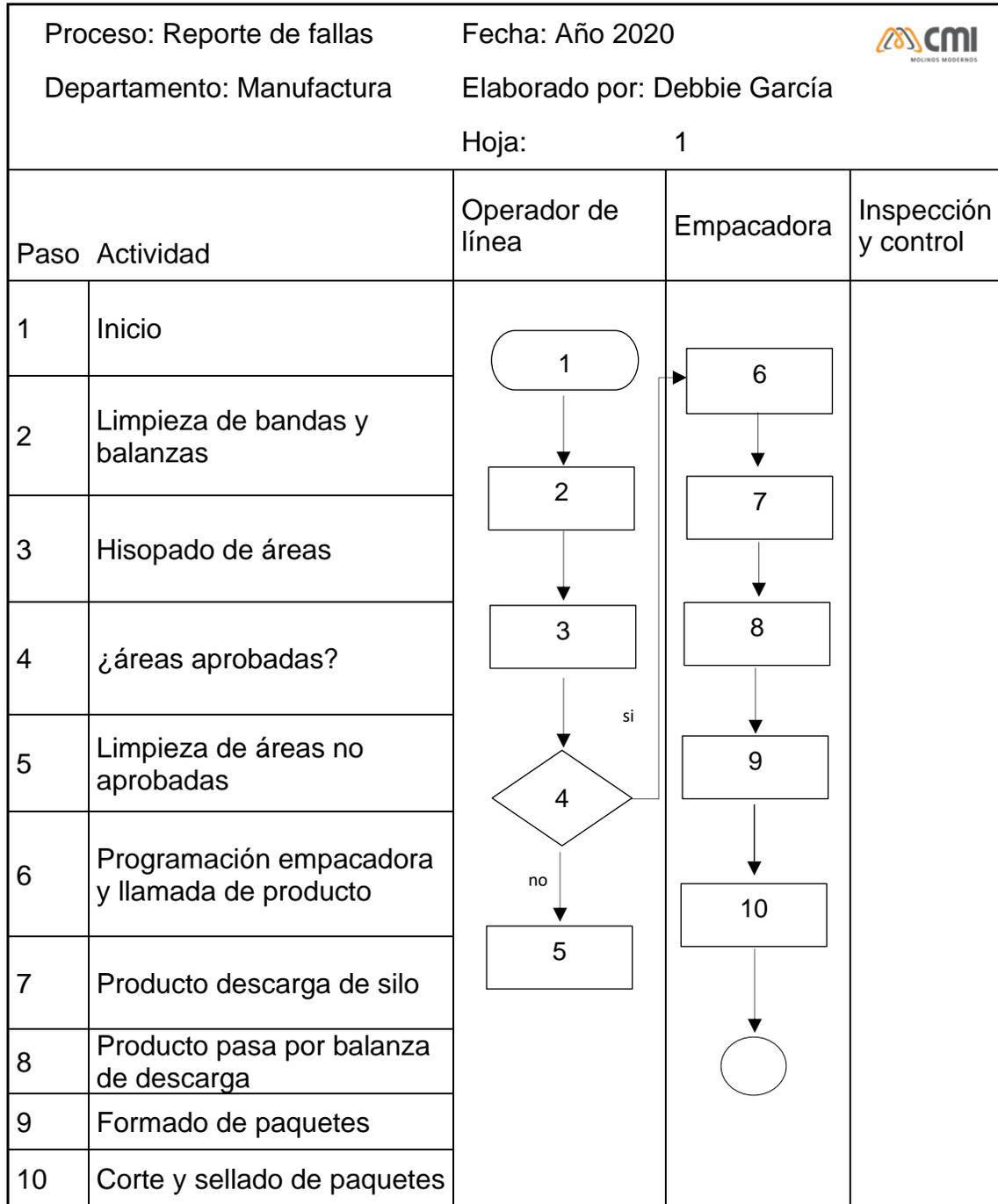


Nota. En estas áreas se maquila el producto en estudio. Elaboración propia.

Para comprobar la eficiencia a la que trabaja tanto la máquina como el personal, donde la misma es la capacidad disponible en horas para lograr la productividad (García, 2011), se identifica en el flujograma del proceso de la figura 12 las tareas que se desarrollan en el empaque del producto.

Figura 12.

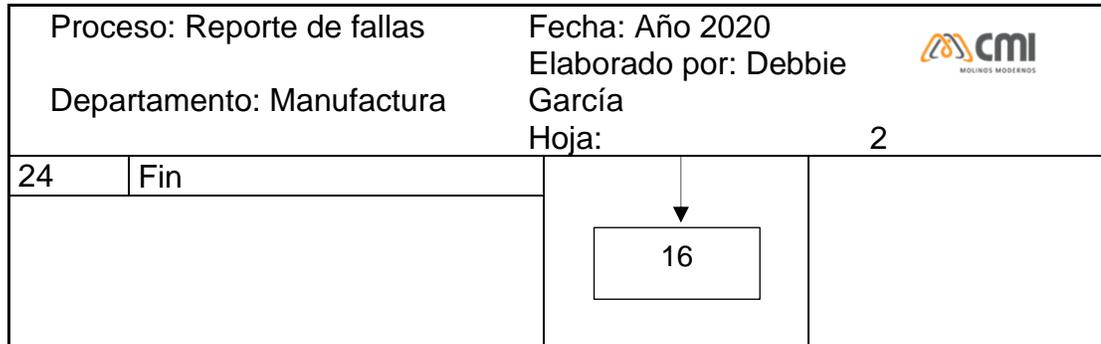
Flujograma de empaque de pasta corta



Continuación de la figura 12.

Proceso: Reporte de fallas		Fecha: Año 2020	
Departamento: Manufactura		Elaborado por: Debbie García	
		Hoja: 2	
Paso	Actividad	Inspección y control	Enfardeladoras
11	Inspección salida de paquetes		
12	Toma de muestra para pesaje		
13	¿Producto conforme?		
14	Se evalúa causa de no conformidad		
15	Se documenta en bitácora		
16	Se aparta producto para seguimiento		
17	Transporte hacia enfardeladoras		
18	Formación y sellado de fardos		
19	Transporte hacia hornos		
20	Transporte hacia hornos		
21	Transporte hacia detector de metales		
22	¿Producto conforme?		
23	Traslado hacia almacenamiento		

Continuación de la figura 12.



Nota. La figura muestra los 23 procesos para realizar un reporte de fallas. Elaboración propia, realizado con Visio.

Con base a lo observado en el área de trabajo y datos proporcionados por el área de Manufactura se presenta la tabla 6, donde se describe las eficiencias de maquinaria y personal, es decir del 100 % de la jornada de trabajo siendo esta de 12 horas para ambos turnos, cuanto es el porcentaje de tiempo efectivo de operación tanto para la maquinaria. Las horas que se exceden del turno ordinario se toman como horas extras completando una jornada de 12 horas diarias, de acuerdo con el artículo 122 del código de trabajo.

Tabla 6.

Descripción de eficiencias por tipo de recurso

Descripción de eficiencias	
Eficiencia de máquina de empaque	
Descripción	Tiempo (horas)
Encendido de línea	0.40
Programación y preparación	0.20
Cambio de Bobina	0.25
Tiempo total	0.85
Tiempo Efectivo	11.15
Porcentaje de Eficiencia Maquina	92.92 %

Continuación de la tabla 6.

Descripción de eficiencias	
Eficiencia de personal operativo	
Descripción	Tiempo (horas)
Desayuno	0.50
Almuerzo	0.50
Idas al Baño/Fatiga/Agua	0.30
Limpieza/Lavado de manos	0.50
Tiempo total	1.80
Tiempo Efectivo	10.20
Porcentaje de Eficiencia Personal Operativo	85.00 %

Nota. Tabla presenta tiempos inefectivos y la eficiencia de los operarios. Elaboración propia, realizado con Excel.

El cálculo de la eficiencia del personal o maquinaria es:

Tiempo efectivo

$$= \text{tiempo jornada} - \text{tiempo inefectivo (Desayuno, Almuerzo, etc)}$$

$$\text{Tiempo efectivo} = 12 - (0.50 + 0.50 + 0.30 + 0.50)$$

$$\text{Tiempo efectivo} = 11.15 \text{ horas}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo jornada} - \text{tiempo inefectivo}}{\text{tiempo total jornada de trabajo}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{11.15 \text{ horas}}{12 \text{ horas}}$$

$$\text{Eficiencia} = 85 \%$$

La capacidad de las líneas está entre 4 500 kg por hora a 750 kg por hora dicho dato es proporcionado por el jefe de manufactura, en las maquinas se preparan pastas cortas como los coditos, pastas largas como el espagueti y la línea de orientales (chao mein). Con base a las capacidades proporcionadas, se realiza la siguiente tabla donde se especifica los recursos en horas – hombre y productividad Kg – Hora hombre.

Tabla 7.

Descripción de capacidad y productividad en línea de empaque

Línea	Horas Jornada	Recursos (hora-Hombre)	Capacidad (kg) - Hora	Total, horas hombre	Productividad (Kg/hora - Hombre)
P4500	12	5	24,437.0	60	479.15
P3200	12	3	22,077.80	36	721.49
CH750	12	3	432.0	36	14.11

Nota. La tabla muestra la productividad de 3 máquinas. Elaboración propia, realizado con Excel.

La productividad de la Línea P4500 como se observa en la tabla 7 es menor a la productividad de la línea P3200 de pastas largas, la productividad de la línea de orientales CH750 es menor sin embargo su capacidad es menor comparada con las otras. En cuanto a frecuencia de paros y productividad la línea P4500 es la que tiene mayor afectación.

A continuación, se muestra los cálculos realizados en la tabla 7.

- Eficiencia:

$$\text{Eficiencia: } \frac{\text{Horas efectivas}}{\text{Horas disponibles}} * 100$$

$$\text{Eficiencia: } \frac{10.20}{12} * 100$$

$$\text{Eficiencia: } 85.00 \%$$

- Capacidad total línea:

$$\text{Capacidad total Línea: } \text{Capacidad por hora} * \text{Eficiencia}$$

$$* \text{Numero de empacadoras} * (\text{Jornada laboral})$$

*Capacidad total Linea: 660kg * 4 * 92.92 % * (12)*

Capacidad total Linea: 24437.0 kg

- Productividad Hora – hombre

Productividad: $\frac{\text{Capacidad total linea}}{\text{(Horas efectivas)}}$

Productividad: $\frac{24437.0 \text{ kg}}{(51 \text{ horas})}$

Productividad: 479.15 kg/hora

2.1.2.1.1. Desperdicios identificados en el proceso de empaque

Para establecer el costo por los tiempos muertos en las horas efectivas de trabajo, se toma como base el costo de mano de obra del operador de línea más el técnico de mantenimiento los datos son proporcionados por el gerente de manufactura (figura 13).

El costo total acumulado en seis meses es de Q 136.150.00 para todas las líneas, la línea con mayor valor es la P4500 con un total de Q 30.205,00.

Figura 13.

Costo por hora de mano de obra proporcionado por Gerencia de Manufactura

- Puesto. Operador de Línea, jornada 12 horas, costo por día Q 180.00, costo por hora Q15.00.
- Puesto. Técnico de Mantenimiento, jornada 12 horas, costo por día Q 240.00, costo por hora Q20.00.

Nota. En la figura se puede ver la descripción de costos de mano de obra por puesto. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Costo de mano de obra operativo de líneas de producción.* (s/p). CMI.

A continuación, se muestran los cálculos realizados:

- Costo por tiempo muerto – fallas reportadas

*Costo: Hora * Costo por hora de mano de obra (Operador de linea + Tecnico)*

*Costo: 863 horas * (Q15.00 + Q20.00)*

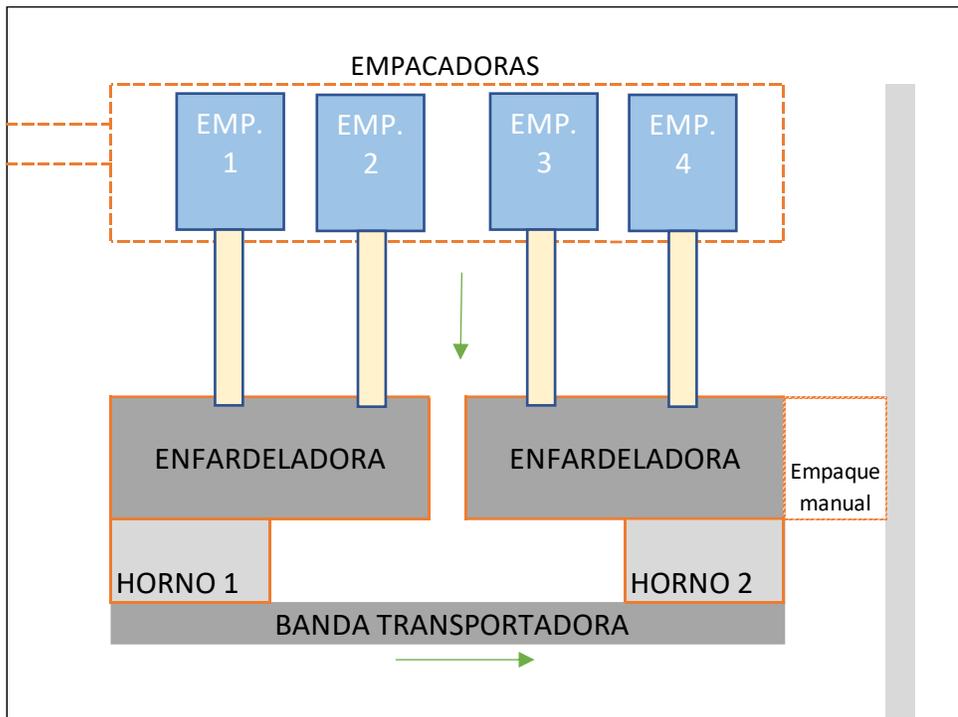
Costo: Q 30,205.00

El empaque secundario es realizado de forma manual y de forma automática. Las enfardeladoras hacen el proceso por medio de un sensor contador de paquetes por el cual se forman los fardos según la receta que se esté trabajando. En la figura 14 se muestra el layout del área.

Los fardos al ser armados pasan por hornos para sellar con plástico termoencogible; se observa que al tener un defecto los paquetes son re empacados por una persona o dos. A continuación, se muestra el Layout del área de Empaque de Pastas Cortas y Enfardeladoras:

Figura 14.

Layout área de Empaque y Enfardelado

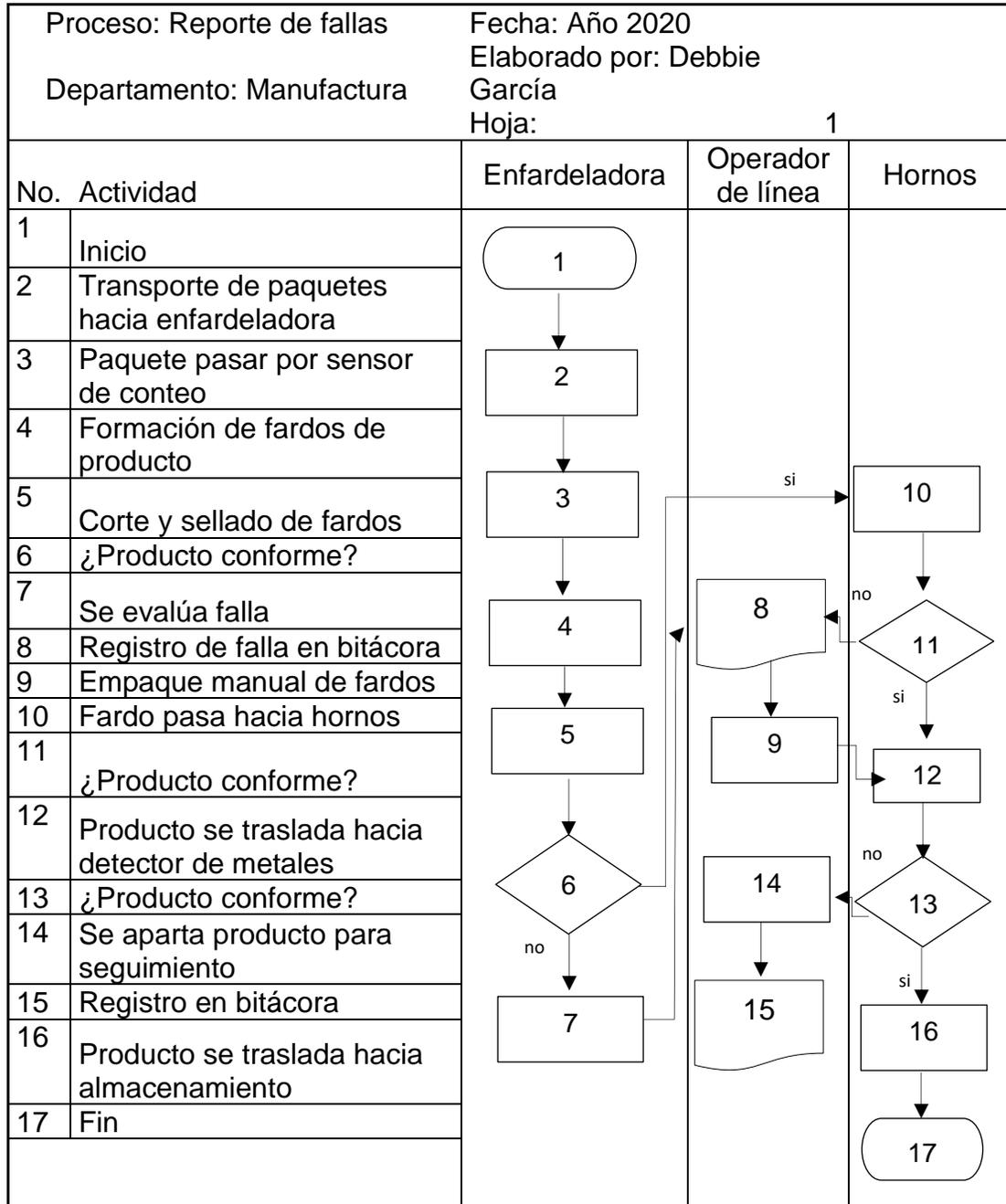


Nota. La figura muestra el área de Empaque y la dirección del proceso. Elaboración propia, realizado con Visio.

El siguiente diagrama se realiza tomando en cuenta las actividades realizadas en el proceso de empaque de fardos, supervisados por el operador del área y supervisor del área:

Figura 15.

Flujograma del procedimiento de empaque de fardos



Nota. Se muestran los 16 procedimientos de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

2.1.2.1.2. Variación de parámetros, material de empaque e impacto en el proceso actual

De las fallas enlistadas en la tabla 12, se revisa los efectos que estas provocan en el producto terminado y en el empaque. Para esto se construye la lluvia de ideas en la tabla 8, donde se enlista el detalle de la falla y la causa del producto no conforme.

Tabla 8.

Lluvia de ideas – producto no conforme

Detalle	Causa
Bobina añadida	Calidad material de empaque
Mal sello de mordaza	Temperatura
Pichador rompe paquetes	Calidad de material de empaque
Producto sin fecha de caducidad	Fecha
Bobina de mala calidad	Calidad de material de empaque
Mordaza masca pasta	Sensor
Paquete roto en esquinas	Temperatura
Paquetes rotos en parte media	Temperatura

Nota. Estas son las ideas que se presentaron por productos no conformes. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base a la tabla 10, se procede a realizar una medición para determinar la temperatura que se presenta en las mordazas de empaque, siendo este factor que más se repite. Actualmente no se tiene algún registro para establecer los datos de temperaturas que presentan las mordazas de empaque. Para la medición se recolectan los datos por turno por medio del formato de la tabla 9, este busca identificar la temperatura por cada empacadora y detectar si existe una alta variación en los registros de esta.

Tabla 9.

Formato de registro – temperaturas

		Línea:		Hoja de registro de temperaturas				Operador:	
		Fecha:							
TURNO 1									
Empacadora P					Empacadora R				
Hora	Marca	Pinza superior	Pinza Inferior	Soldadura Long.	Hora	Marca	Pinza superior	Pinza Inferior	Soldadura Long.
6:00					6:00				
8:00					8:00				
10:00					10:00				
12:00					12:00				
14:00					14:00				
16:00					16:00				
18:00					18:00				
Empacadora Q					Empacadora S				
Hora	Marca	Pinza superior	Pinza Inferior	Soldadura Long.	Hora	Marca	Pinza superior	Pinza Inferior	Soldadura Long.
6:00					6:00				
8:00					8:00				
10:00					10:00				
12:00					12:00				
14:00					14:00				
16:00					16:00				
18:00					18:00				
Temperatura Enfardeladora									
Hora	Marca	Horno 1	Mordaza 1	Horno 2	Mordaza 2				
6:00									
8:00									
10:00									
12:00									
14:00									
16:00									
18:00									

Nota. El formato pretende que el personal lleve un control en sus turnos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Los operadores realizan el registro por tres semanas de la variación de temperatura por cada empacadora de la línea P4500. Como se observa en la figura 16 los datos son recabados de la maquinaria los que se presentan en un lapso desde su programación inicial.

Figura 16.

Pantalla registro de temperatura empacadoras



Nota. Se presenta un ejemplo de monitoreo en tiempo real. Elaboración propia, realizado con captura de pantalla.

A continuación, se muestra el resumen de los datos recolectados, donde se proceden a registrar por día y con base a estos se procede a calcular las medidas de tendencia central para definir el parámetro correcto de temperatura.

Tabla 10.

Registro de datos – temperaturas por empacadora

P			R			Q			S			HORNO 1	MORDAZA 1	HORNO 2	MORDAZA 2
S	I	L	S	I	L	S	I	L	S	I	L				
155	155	275	135	135	225	150	150	235	133	133	315	180	218	185	203
155	154	275	135	135	226	149	150	235	133	134	315	179	218	184	198
155	155	275	135	135	225	153	150	235	139	138	315	178	218	183	195
159	158	300	136	138	250	154	152	250	134	133	315	179	219	183	198
157	156	300	139	134	300	155	153	250	136	135	315	178	218	184	198
155	156	300	135	135	250	150	150	250	133	133	345	177	218	172	197
155	156	300	135	135	250	150	150	250	132	133	336	177	218	172	195
155	156	300	135	135	250	150	150	250	134	133	336	178	218	172	198
155	155	300	135	135	250	150	150	250	133	133	335	180	218	201	211
155	155	300	135	135	250	150	150	250	133	133	335	180	218	201	211
155	155	300	135	135	250	150	150	250	133	133	335	180	218	201	211
155	155	300	135	135	250	150	150	250	133	133	335	180	218	201	211
153	156	300	135	135	250	154	150	250	139	133	345	180	231	194	221
147	154	300	138	138	249	154	150	250	135	135	345	180	230	185	220
150	155	300	137	136	250	154	150	250	135	135	345	180	230	185	220
148	155	300	135	136	250	154	150	250	138	136	345	180	231	189	220
150	153	300	135	135	250	150	150	250	135	135	345	179	229	185	220
150	155	290	135	135	250	150	150	250	136	134	345	180	230	189	219
151	153	290	135	135	250	151	150	250	135	135	344	179	229	185	220
150	141	250	130	130	220	130	130	230	135	132	290	180	186	201	226
150	144	250	130	130	220	130	130	230	129	133	290	180	185	177	226
150	145	250	130	130	220	130	130	210	130	131	290	180	185	201	226
150	155	300	145	145	249	140	140	248	138	140	331	196	228	249	237
151	155	300	145	141	248	143	140	248	135	136	330	195	228	196	222
150	156	300	143	145	248	140	140	248	138	136	331	196	228	196	223
155	154	300	145	145	248	143	140	248	133	136	330	226	228	236	227
154	154	300	145	145	248	144	140	248	135	140	330	226	228	235	226
155	155	300	145	145	249	143	140	248	135	139	330	226	228	214	227
155	155	300	145	145	248	144	140	248	136	138	330	226	228	214	227
155	155	300	145	145	248	144	140	248	136	139	330	226	228	214	227
155	155	300	145	145	248	144	140	248	132	139	330	226	228	214	227
155	155	300	145	145	248	144	140	248	137	139	330	226	228	214	227
160	160	300	135	138	330	140	140	260	145	143	280	226	232	214	227
160	160	300	135	138	330	140	140	260	145	143	280	226	232	214	227
145	140	300	140	146	280	143	140	260	138	135	350	226	232	214	229
140	140	300	141	147	279	140	140	260	136	135	350	226	232	214	229
145	140	300	140	146	281	143	140	260	138	136	350	226	232	214	229
140	140	300	141	147	280	144	140	260	136	135	350	226	232	214	229
135	156	290	140	145	280	135	156	260	138	141	345	226	232	202	229
135	156	290	140	145	280	140	140	260	138	141	345	226	232	202	229
135	156	290	140	145	280	140	140	260	138	141	345	226	232	202	229

Nota. La tabla muestra un registro de temperaturas en un día cualquiera. Elaboración propia, realizado con Excel.

Los datos estadísticos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Parámetros de temperatura de empaque primario

Sello Superior				
Medición	P	Q	R	S
Promedio	151	145	138	136
Mediana	155	144	136	135
Desviación estándar	6	7	5	3
Percentil 70	155	150	140	136
Percentil 75	155	150	140	138

Continuación de la tabla 11.

Sello Inferior				
Medición	P	Q	R	S
Promedio	153	144	139	136
Mediana	155	140	138	135
Desviación estándar	6	7	5	3
Percentil 70	156	150	140	136
Percentil 75	156	150	145	138
Sello Longitudinal				
Medición	P	Q	R	S
Promedio	293	249	258	328
Mediana	300	250	250	333
Desviación estándar	14	10	27	21
Percentil 70	300	250	250	336
Percentil 75	300	250	250	345
Medición	Horno 1	Temperatura Mordaza 1	Horno 2	Temperatura Mordaza 2
Media	199	223	200	219
Mediana	180	228	201	225
Desviación estándar	23	12	18	12
Percentil 60	214	229	202	227
Percentil 70	226	230	214	227
Percentil 75	226	231	214	227

Nota. La tabla muestra los parámetros estadísticos de las mediciones realizadas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para el sello superior e inferior del empaque primario se interpreta que la empacadora S tiene menor desviación estándar de las cuatro empacadoras con un menor valor registrado. Adicional se observa que los percentiles están cerca de la media, por lo que no existe una alta dispersión de los datos. Para el sello longitudinal la desviación estándar es menor para las empacadoras P y Q.

Los distintos factores que afectan las variaciones de temperatura se detectan con base a los datos recolectados: cambios de temperatura en el ambiente, fallas registradas y la programación de parámetros por turno.

2.1.2.1.3. Análisis estadístico distribución de Weibull y diagramación de procesos

Con base la data recolectada de los años 2019 y 2021 se procede a realizar un análisis de confiabilidad de las fallas, sabiendo que es “la probabilidad de que un componente o sistema desempeñe de manera satisfactoria la función para la que fue creado, durante un periodo establecido y bajo condiciones de operación específico” (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p. 346).

Para determinar la confiabilidad se realiza un análisis estadístico con la distribución de Weibull, con el fin de establecer la cantidad de días que necesitan las piezas de la maquinaria un mantenimiento preventivo. Para esto se realiza una clasificación de datos por tipo de falla, ocurrencia y tiempo de estas.

Se agrupan las siguientes áreas:

Tabla 12.

Fallas agrupadas por área

Área	Descripción de fallas
Alimentación de empaque	Falla en balanza de descarga Tarjeta dañada de balanza Falla de banda alimentadora Balanza de descarga mal ajustada
Empacadoras	Falla en arrastres Falla mecánica de Empaque Problemas con bobina de empaque Pieza quebrada de arrastre Cojinetes de arrastres Falla en leva Falla en grupo obturador Falla compuerta de descarga

Continuación de la tabla 12.

Área	Descripción de fallas
Mordazas	Falla de temperatura y resistencia de mordazas Pieza quebrada en mordaza Mordaza desajustada Falla en cuchilla Faja de mordaza reventada Falla en motor de mordaza
Fechadores	Sobrecalentamiento de fechador
Silo	Vaciado de silo por fallas
Enfardeladoras	Cambio de teflón de mordaza Falla mecánica en enfardeladora Falla de temperatura de mordaza Falla en levas, falla de contraste Falla de motor de mordaza Falla de sensor Mordaza desajustada Falla en desarrollo de termoencogible
Hornos	Falla en temperatura de hornos

Nota. La tabla muestra la agrupación de fallas según su área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Al estructurar las fallas reportadas se procede a establecer la cantidad de días en la que se presentan desde el año 2019 con el objetivo de definir los parámetros para la distribución de Weibull; se muestra el caculo realizado siendo esta de un tipo continuo y triparametrica, se define los parámetros de la expresión matemática con base a la tabla 13.

Tabla 13.

Distancia en días de fallas reportadas para arrastres

Frecuencia por semana	Rango	Suma de Frecuencia	Distancia en días
2	Entre 0 y 1 semana	4	6
3	Entre 1 y 2 semana	1	10
4	Entre 2 y 3 semana	4	67
5	Entre 3 y 4 semana	2	46
6	Entre 4 y 5 semana	1	33

Continuación de la tabla 13.

7	Entre 5 y 6 semana	1	39
9	Entre 7 y 8 semana	1	53
11	Entre 9 y 10 semana	1	65
12	Entre 10 y 11 semana	2	144
15	Entre 13 y 14 semana	1	94
28	Entre 26 y 27 semana	1	183
Total general		20	739

Nota. La tabla presenta el rango de fallas agrupadas por días y frecuencia. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con la frecuencia de fallas y rango de días en las que ocurren, se calculan los datos de la tabla 14 con el fin de obtener la abscisa x y la ordenada y .

Tabla 14.

Fallas en arrastres de empacadora

i	Tiempo (días)	Rango mediana	LN(t-γ)	LN(1/LN(t-γ))	($x - \bar{x}$)	($y - \bar{y}$)	($x - \bar{x}$) * ($y - \bar{y}$)	X²	Y²
1	6	0.06	1.79	-2.76	4.16	4.98	20.75	17.34	24.83
2	10	0.15	2.30	-1.82	2.34	1.68	3.93	5.48	2.83
3	33	0.24	3.50	-1.31	0.11	0.61	0.07	0.01	0.37
4	39	0.32	3.66	-0.94	0.03	0.17	0.00	0.00	0.03
5	46	0.41	3.83	-0.63	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
6	53	0.50	3.97	-0.37	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
7	65	0.59	4.17	-0.12	0.12	0.16	0.02	0.01	0.03
8	67	0.68	4.20	0.12	0.14	0.42	0.06	0.02	0.17
9	94	0.76	4.54	0.36	0.51	0.79	0.40	0.26	0.63
10	144	0.85	4.97	0.64	1.29	1.37	1.77	1.67	1.87
11	183	0.94	5.21	1.03	1.90	2.41	4.57	3.60	5.81
Total	67.27	0.50	3.83	-0.53	10.62	12.63	31.58	28.39	36.57

Nota. Tabla presenta los cálculos realizados para la distribución de Weibull. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para el cálculo de los ejes, se procede inicialmente a encontrar el rango de la mediana, y se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Rango Mediana} = \frac{i - 0.3}{n + 0.40}$$

$$\text{Rango Mediana} = \frac{1 - 0.3}{11 + 0.40}$$

$$\text{Rango Mediana} = 0.0614$$

Posterior, se procede a calcular la abscisa x y la ordenada y con base a los datos de la tabla 14 (tiempo en días y rango de la media):

$$\text{Abscisa } x = LN(t - y)$$

$$\text{Abscisa } x = LN(10 - 0)$$

$$\text{Abscisa } x = 1.79$$

$$\text{Ordenada } y = LN(1/LN(t - y))$$

$$\text{Ordenada } y = LN(1/1.79)$$

$$\text{Ordenada } y = -2.7588$$

Los parámetros por medio de una regresión lineal con base a la tabla 14, se calcula la pendiente de la siguiente forma:

$$\beta = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}$$

$$\beta = \frac{(1,0261 - (-2,7588))}{(5,21 - 1,79)}$$

$$\beta = 1.0714$$

Al obtener el valor de la pendiente se procede a calcular el intercepto con base a la siguiente ecuación lineal:

$$Y = \beta X + b$$

Despajando b:

$$\begin{aligned} Y - \beta X &= +b \\ 1.0261 - 1.0714(5.21) &= +b \\ -4.63 &= +b \end{aligned}$$

Coeficiente de correlación: para este se procede a calcular los datos con base a la tabla 16, la ecuación es la siguiente:

$$r = \frac{\sum[(x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y})]}{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2 * \sum(y_1 - \bar{y})^2}}$$

Para esto se aplica el promedio de los datos:

$$\begin{aligned} \bar{Y} &= \frac{\sum Y_i}{n} \\ \bar{Y} &= \frac{-5.793}{11} \\ \bar{Y} &= -0.5266 \end{aligned}$$

Posterior se procede a tomar los datos de la tabla 16, donde se calcula cada factor de la fórmula de coeficiente de correlación:

$$r = \frac{31.58}{\sqrt{28.39 * 36.57}}$$

$$r = \frac{31.58}{\sqrt{1038.17}}$$

$$r = \sqrt{0.96}$$

$$r = 0.98$$

Parámetro de escala:

$$\eta = e^{-\frac{b}{\beta}}$$

$$\eta = e^{-\frac{(-4.63)}{1.0714}}$$

$$\eta = 75.474$$

Por medio del método de mínimos cuadrados se calculan los parámetros de escala y forma, con base a la transformación doble logarítmica de la distribución esta se convierte en una ecuación lineal de regresión como se observan los cálculos en el apartado anterior. En la figura 17, los datos tienen un coeficiente de correlación del 96.46 % esto demuestra que los datos están relacionados linealmente.

Figura 17.

Regresión de datos – fallas en arrastres de empacadora



Nota. El gráfico muestra la regresión línea de los datos calculados. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base a la tabla 15, se definen los parámetros de forma (β) el cuál es la pendiente de la recta y el parámetro de escala (η) 75.474. Con los datos calculados se procede a definir la función de confiabilidad $R(t)$, la cual es la probabilidad que no falle la pieza y su complemento $F(t)$ la cual es la probabilidad que falle la pieza, datos se muestran en la tabla 15.

Tabla 15.

Parámetros de regresión lineal

Forma (β)	1.0714
Intercepto	-4.6327
Escala (η)	75.474
R2	0.9646
Localización (λ)	0

Nota. La tabla muestra los parámetros calculados para la distribución de Weibull. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 16.

Tabla de datos funciones $R(t)$ y $F(t)$

Días	R(t)	Densidad	Tasa de fallas	F(t)
0	100 %	0.0000	0.000	0 %
10	89 %	0.0110	0.012	11 %
20	79 %	0.0101	0.013	21 %
30	69 %	0.0092	0.013	31 %
40	60 %	0.0082	0.014	40 %
50	53 %	0.0072	0.014	47 %
60	46 %	0.0064	0.014	54 %
70	40 %	0.0056	0.014	60 %
80	34 %	0.0049	0.014	66 %
90	30 %	0.0043	0.014	70 %
100	26 %	0.0037	0.014	74 %
110	22 %	0.0033	0.015	78 %
120	19 %	0.0028	0.015	81 %
130	17 %	0.0025	0.015	83 %
140	14 %	0.0021	0.015	86 %
150	12 %	0.0018	0.015	88 %
160	11 %	0.0016	0.015	89 %

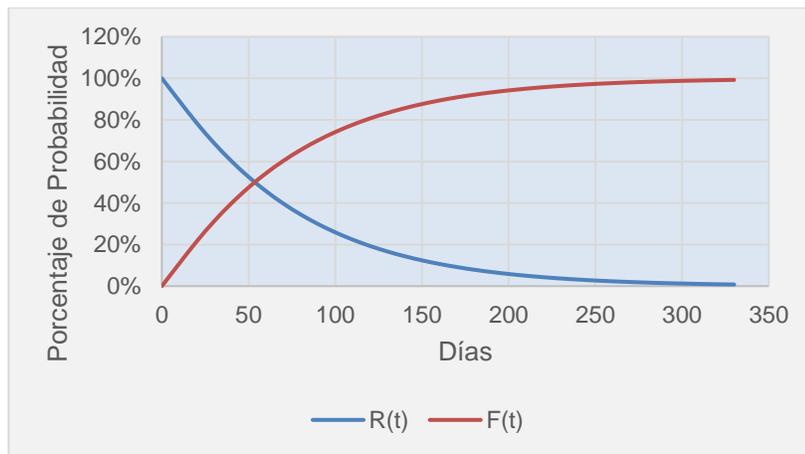
Continuación de la tabla 16.

Días	R(t)	Densidad	Tasa de fallas	F(t)
170	9 %	0.0014	0.015	91 %
180	8 %	0.0012	0.015	92 %
190	7 %	0.0010	0.015	93 %
200	6 %	0.0009	0.015	94 %
210	5 %	0.0008	0.015	95 %

Nota. La tabla presenta los cálculos para la función de densidad de Weibull. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 18.

Gráfica de funciones $R(t)$ y $F(t)$



Nota. El gráfico muestra la función de $R(t)$ y $F(t)$ de las fallas analizadas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base a los grupos formados de fallas y el análisis de distribución de Weibull se genera la información detallada en la tabla 17. Se interpreta que el mayor porcentaje se concentra en los rangos de 5 a 15 días con un 29 % y 25 % respectivamente, con base a los cálculos se procede a establecer los días en los que la pieza requiere un mantenimiento preventivo.

Tabla 17.*Resumen rangos de días probabilidad de falla*

Rango días	Cantidad	Porcentaje
0 - 1 día	1	4 %
2 - 3 días	3	13 %
4 - 5 días	4	17 %
6 - 10 días	7	29 %
11 - 15 días	6	25 %
16 - 20 días	1	4 %
21 - 30 días	2	8 %
	24	100 %

Nota. La tabla presenta cuantas fallas ocurrirán por días. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 18.*Resumen de análisis de Weibull – fallas área de Empaque*

Operación:	Empaque de producto	Departamento:	Manufactura
Documento:	Resumen de análisis de Weibull	Analizado por:	Debbie García
Área	Falla	Confiabilidad	Días
Empacadoras	Arrastres	95 %	5
Empacadoras	Pieza quebrada arrastres	95 %	5
Empacadoras	Cojinetes arrastres	95 %	3
Empacadoras	Falla en leva	95 %	10
Mordazas	Falla de temperatura & resistencia de mordaza	95 %	30
Mordazas	Pieza quebrada en mordaza	95 %	10
Mordazas	Mordaza desajustada	95 %	15
Mordazas	Falla en cuchilla	95 %	15
Mordazas	Faja de mordaza	95 %	10
Enfardeladoras	Cambio de teflón	95 %	10
Enfardeladoras	Temperatura de mordaza	95 %	10
Enfardeladoras	Falla en leva	95 %	15
Enfardeladoras	Falla de contraste	95 %	15
Enfardeladoras	Falla de sensor	95 %	1

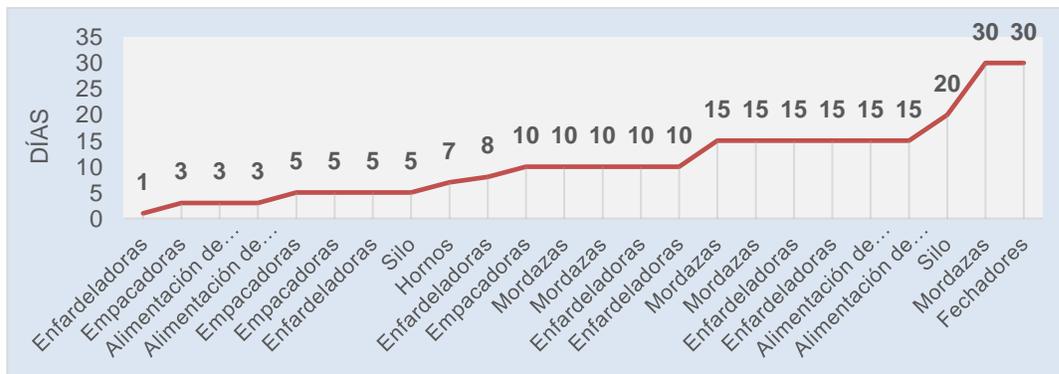
Continuación de la tabla 18.

Área	Falla	Confiabilidad	Días
Enfardeladoras	Mordaza desajustada	95 %	8
Enfardeladoras	Falla en desarrollo de termoencogible	95 %	5
Alimentación de empaque	Balanzas de descarga	95 %	3
Alimentación de empaque	Tarjeta de balanzas	95 %	3
Alimentación de empaque	Banda alimentadora	95 %	15
Alimentación de empaque	Banda de descarga desajustada	95 %	15
Fechadores	Sobrecalentamiento de fechador	95 %	30
Hornos	Temperatura de horno	95 %	7
Silo	Vaciado de silo por fallas Empacadoras	95 %	20
Silo	Vaciado de silo por fallas Enfardeladoras	95 %	5

Nota. La tabla muestra el resumen de fallas y su confiabilidad. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 19.

Gráfico de mantenimiento en días por falla



Nota. El gráfico muestra la frecuencia de mantenimiento por pieza. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la figura 19, se muestra la cantidad de días al realizar mantenimiento para cada sección de la línea de empaque, con un 95 % de confiabilidad. Con base a los registros históricos y los análisis previos de los datos se construye la siguiente tabla:

Tabla 19.

Detalle de costos hora hombre por tiempos de fallas reportadas

Área	Horas 2019	Horas 2020	Horas 2021	Costo 2019	Costo 2020	Inicial 2021
Mordazas	149.8	113.5	16.1	Q2,996.67	Q2,270.67	Q321.67
Enfardeladoras	84.1	140.6	17.8	Q1,681.33	Q2,811.67	Q356.33
Empacadora	110.7	76.8	27.7	Q2,213.00	Q1,536.33	Q554.67
Alimentación empaque	50.6	108.8	16.2	Q1,011.00	Q2,176.67	Q323.33
Fechador	38.6	102.5	2.3	Q772.00	Q2,049.00	Q46.00
Hornos	10.7	23.0	1.3	Q213.33	Q460.33	Q26.67

Nota. Tabla presenta el costo por horas reportadas por fallas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Monetizando las horas que se tienen paros y fallas en la línea, se observa que el mayor costo se encuentra en el año 2020.

2.1.3. Área de Empaque Especialidades

A continuación, se muestra la documentación actual del área de Especialidades, donde se documentan los insumos y resultados por turno:

Tabla 20.*Reporte de operación especialidades*

Fecha:			Turno:		
Reporte de operaciones Especialidades					
Empacadores					
Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Codificación Plegadiza/Bolsa			Codificación Plegadiza/Bolsa		
7					
9					
11					
13					
15					
17					
Presentación	Producción (fardos)	Producción acumulada (fardos)	Desperdicio (ME) (kilos)/u	Desperdicio de pasta (kilos)	Reproceso (pasta)
Observaciones y reporte de fallas:					

Nota. La tabla presenta el formato estándar de reporte de especialidades. Obtenido de Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Bitácora de operación especialidades, agosto 2021.* (s/p.) CMI.

El proceso de empaque de especialidades se realiza de forma manual para el Canelón y de forma semimanual a la lasaña. Para identificar las tareas se visualiza en piso los procedimientos del empaque primario y secundario como se muestra en la siguiente figura:

Figura 20.

Área Empaque Lasaña y Canelón



Nota. Áreas de empaque de especialidades. Elaboración propia.

2.1.3.1. Desperdicios identificados en el proceso de empaque

Para establecer las necesidades en el área se construye un flujograma del proceso con el objetivo de identificar tareas que agregan valor y no al proceso y al cliente.

La clasificación de estas es de la siguiente forma:

- Color Amarillo: actividades que agregan al valor al proceso para obtener un producto conforme según las características establecidas.

- Color Verde: son las tareas que agregan valor al cliente siendo el empaque del producto el contacto directo y visual con los consumidores.
- Color rojo: son las actividades que no agregan valor al proceso ni al cliente y provocan algún reproceso o tiempo muerto en la jornada de trabajo.

A continuación, se muestra el listado de tareas observadas y la clasificación asignada:

Tabla 21.

Clasificación de tareas empaque de especialidades

Proceso	Puesto	Paso	Clasificación agregado	Valor
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Limpieza de área		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Calidad	Hisopado en áreas		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Espera por aprobación		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Si no se aprueba, se realiza limpieza		No agrega valor
Empaque lasaña	Operador empaque	de Programación de equipos		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Operador empaque	de Bobina de empaque		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Operador empaque	de Se realizan pruebas en empacadora		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Inicio de empaque manual		Agrega valor al cliente
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Traslado de tarimas con producto a granel		No agrega valor
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Traslado de cajas con producto a granel		No agrega valor
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Vaciado de producto en mesas		Agrega valor al proceso
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Selección y descarte de producto		Agrega valor al cliente
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Productos conformes se colocan sobre banda transportadora		Agrega valor al proceso

Continuación de la tabla 21.

Proceso	Puesto	Paso	Clasificación agregado	Valor
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Empaque primario		Agrega valor al cliente
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Empaque secundario		Agrega valor al cliente
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Empaque de fardos		Agrega valor al cliente
Empaque lasaña	Auxiliar empaque	de Traslado a detector de metales		Agrega valor al cliente
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Limpieza de área		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Calidad	Hisopada área de Trabajo		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Espera por aprobación		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Si no se aprueba se realiza limpieza		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Programación de fechador		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Fechado en plegadizas		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Traslado de plegadizas hacia área		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Sello de plegadizas en parte inferior		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Traslado hacia mesas de trabajo		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Traslado de tarimas con producto a granel		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Traslado de cajas a granel a mesas		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Descarga de cajas en mesas		Agrega valor al proceso
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Selección y descarte de producto		Agrega valor al cliente
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Si el producto no es conforme se coloca en bolsas		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Bolsas con reproceso se trasladan y se pesan		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Traslado a tarima para producto para reproceso		No agrega valor
Empaque Canelón	Auxiliar empaque	de Traslado a molino		No agrega valor

Continuación de la tabla 21.

Proceso	Puesto	Paso	Clasificación Valor agregado
Empaque Canelón	Auxiliar de empaque	de Si producto es conforme, pasa por empaque primario	Agrega valor al cliente
Empaque canelón de	Auxiliar de empaque	de Sello de empaque primario	Agrega valor al cliente
Empaque canelón de	Auxiliar de empaque	de Empaque secundario, armado de fardos	Agrega valor al cliente
Empaque canelón de	Auxiliar de empaque	de Traslado de fardos a sellador	Agrega valor al cliente
Empaque canelón de	Auxiliar de empaque	de Paletizado de fardos	Agrega valor al proceso
Empaque canelón de	Auxiliar de empaque	de Almacenaje de fardos	No agrega valor
Empaque canelón de	Auxiliar de empaque	de Traslado de fardos a detector de metal	Agrega valor al cliente

Nota. Tabla que presenta el criterio realizado por los procedimientos de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base al listado de la tabla 21, se realiza el flujograma del proceso para el empaque de lasaña y canelón como se muestra en las figuras 21 y 22. En la tabla 22 se muestra el resumen de lasaña y canelón las actividades de no valor representan un 38 % y 48 % respectivamente. Se observa que dichas tareas están clasificadas de esta forma por traslados innecesarios, reprocesos, productos no conformes, entre otros, generando tiempos muertos.

Tabla 22.

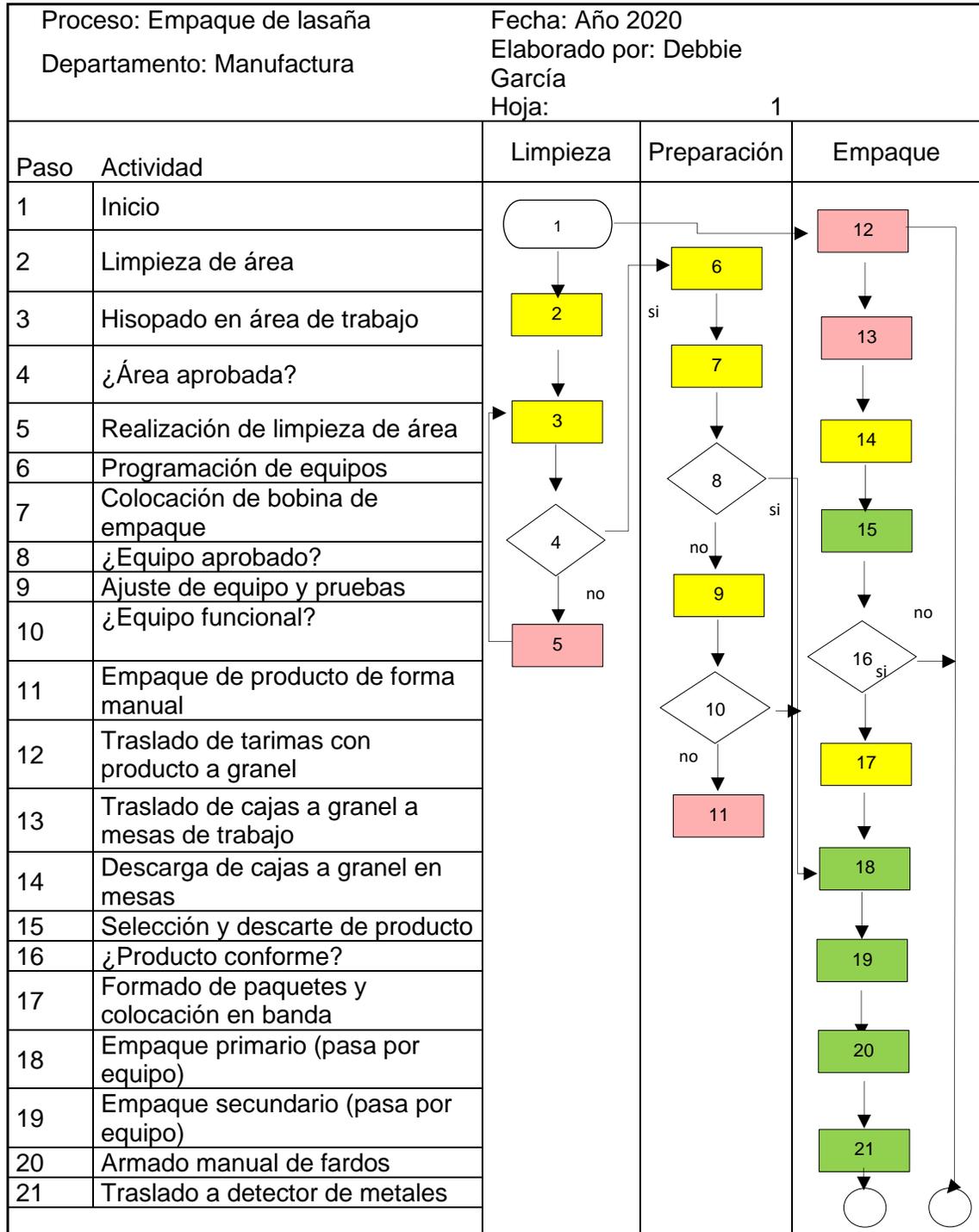
Listado de tareas identificadas en empaque de especialidades

área	Agregan valor al proceso	Agregan valor al cliente	No agregan valor	Total	Porcentaje no valor agregado	Total
Lasaña	8	5	8	21	38 %	21
Canelón	8	4	11	23	48 %	23

Nota. Resumen de análisis de valor agregado de tareas de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 21.

Flujograma del procedimiento de empaque de lasaña



Continuación de la figura 21.

Proceso: Empaque de lasaña		Fecha: Año 2020		
Departamento: Manufactura		Elaborado por: Debbie García		
		Hoja: 2		
Paso	Actividad	Limpieza	Preparación	Empaque
22	Preparación de plegadizas			<pre> graph TD Start(()) --> 22[22] 22 --> 23[23] 23 --> 24[24] 24 --> 25[25] 25 --> 26[26] 26 --> 27([27]) 22 --> 23 </pre>
23	Colocación en bolsas para reproceso			
24	Traslado a pesa y registro de peso			
25	Traslado a tarima para producto para reproceso			
26	Traslado a molino			
27	Fin			

Nota. Representación de los procedimientos de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

Figura 22.

Flujograma del procedimiento de empaque de canelón



Continuación de la figura 22.

Proceso: Empaque de canelón		Fecha: Año 2020		
Departamento: Manufactura		Elaborado por: Debbie García		
		Hoja: 2		
Paso	Actividad	Limpieza	Preparación	Empaque
20	Empaque primario			<pre> graph TD Start(()) --> 20[20] 20 --> 21[21] 21 --> 22[22] 22 --> 23[23] 23 --> 24[24] 24 --> 25[25] 25 --> 26[26] 26 --> 27([27]) </pre>
21	Sello de empaque primario			
22	Armado de fardos			
23	Traslado de fardos a sellador			
24	Paletizado de fardos			
25	Almacenaje temporal			
26	Traslado de fardos a detector de metal			
27	Fin			

Nota. Representación de los procedimientos de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

2.1.3.2. Estudio del proceso de trabajo, diagramación y movimientos

Con base a la sección anterior, se realiza un diagrama analítico del proceso, y es detallado en la tabla 23. En el mapeo de los tiempos por traslados, empaque y selección de producto, se encuentra que el empaque de 4 cajas a granel es de 1,6 horas con un recorrido inicial de 315.02 metros en total, este valor incluye el inicio donde las tarimas paletizadas a granel son trasladadas al área de Empaque de una bodega a otra, siendo el tiempo de 5 minutos con una distancia de 82.50 metros por tarima.

Con base al diagrama analítico, se construye la siguiente tabla para definir los costos por movimientos innecesarios en el área, con un costo total por traslado de Q 114.81 por turno ejecutado.

Tabla 23.

Costo por traslados en el proceso de empaque

Actividad no valor	Distancia (m)	Tiempo (min)	Frecuencia	Tiempo total (hora)	Costo
Traslado al área de Almacenaje	82.5	5	12	1.0	Q16.67
Traslado a la línea de empaque	82.5	7	5	0.58	Q9.72
Traslado de producto para reproceso	12.45	2	40	1.33	Q22.23
Traslado a molino	20.0	10	5	0.83	Q13.89
Traslado a detector de metales	11.27	1.5	126	3.14	Q52.30
Total				7.0	Q114.81

Nota. Resumen de costos por traslados de herramientas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 24.

Diagrama analítico proceso de empaque lasaña

Proceso:	Empaque de lasaña	Fecha:	2020		
Área:	Manufactura	Analizado por:	Debbie García		
Diagrama Analítico			Operario	Material	Equipo
Diagrama: 1	Hoja: 1	Resumen			
Objeto/Proceso:	Actividad		Actual	Propuesta	
Proceso de empaque de lasaña		Operación	8		
Actividades:	Transporte		8		
1. Producción	5. Traslado	9. Empaque 2	Espera	2	
2. Recolección	6. Clasificación	10. Fardos	Inspección	2	
3. Traslado	7. Colocación	11. Traslado	Almacenamiento	1	
4. Traslado	8. Empaque 1	12. Almacenaje	Total	21	
			Distancia (m)	315,02	
Método:	Actual X Propuesto	Personas		12	
Lugar:	Manufactura	Horas		1,6	
Descripción	Personas	Distancia	Tiempo (min.)	Símbolo	
				○	⇒ □ ▽
Recolección de lasaña	2	4.00	0.05	X	
Traslado al área de Almacenaje	2	82.50	5	X	
Traslado a la línea de empaque	2	82.50	7	X	
Clasificación de lasaña	6	3.00	15	X	X
Traslado de producto para reproceso	1	8.45	1.5	X	
Traslado de producto para reproceso	1	4.00	0.5	X	
Traslado a molino	2	20.00	10	X	
Colocación en banda	2	0.50	10	X	
Pasa por empacadora	-	3.27	10	X	
Pasa por encartonadora	-	5.00	10	X	
Recolección de plegadizas	1	2.30	0.5	X	
Alimentación de plegadizas	1	2.30	5	X	
Armado de fardos	1	0.70	2	X	X
Traslado a detector de metales	1	11.27	1.5	X	
Almacenaje	-	58.36	5	X	X
Totales		315.02	95.05		

Nota. Descripción de los pasos y tiempos del procedimiento. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Cálculos realizados:
 - Costo por traslado:

$$\text{Costo} = \text{Tiempo (horas)} * \text{Frecuencia} * \text{Costo Mano de obra x hora}$$

$$\text{Costo} = 1.5 * 126 * Q 16.67$$

$$\text{Costo} = Q 52.80$$

Para establecer la medición actual de producción en el área de Lasaña se realiza un registro de fardos empacados y recursos por medio del formato en la siguiente tabla:

Tabla 25.

Registro de fardos empacados

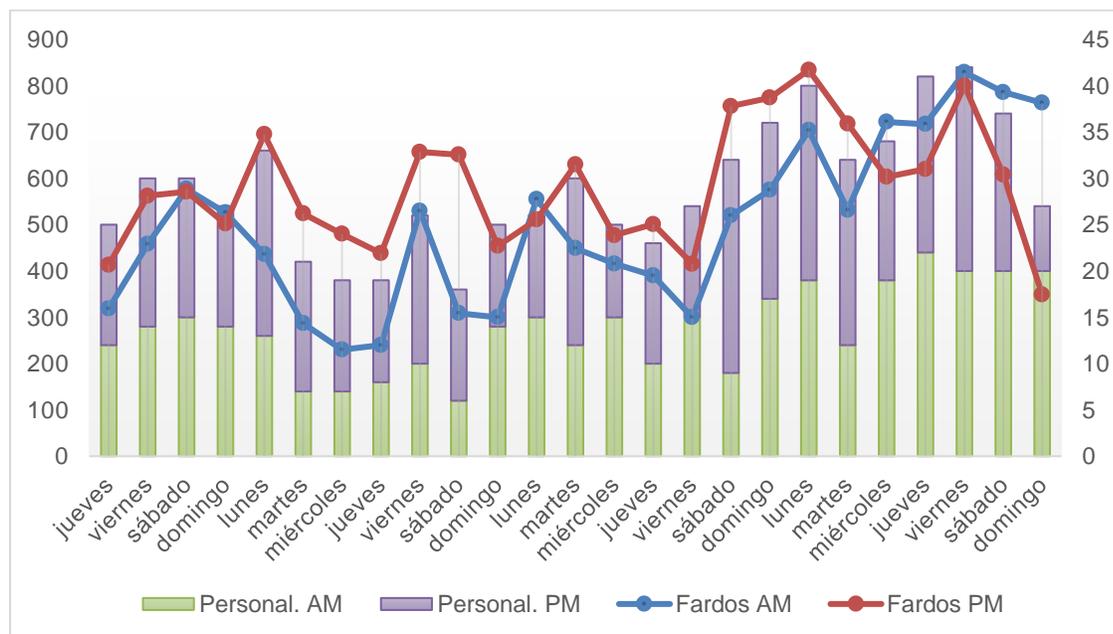
Fecha:	Turno:												AM	PM
Operador:	Horario inicio:													
Supervisor de turno:	Cantidad de personal:													
Horario	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
			0											
Acumulado	47	70	117	164	211	258	270	317	364	411	458	505		
Meta (fardos/hora)	47	23	47	47	47	47	12	47	47	47	47	47		
Registro real (fardos/hora)														
	Minutos paro													
Velocidad Envolvedora														
Velocidad Encartonadora														
Causas paros en línea														

Nota. Registro estándar para el reporte de paros en empacadora. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con el formato anterior se registra por 25 días los datos para análisis, los resultados se observan en la tabla 26, con base a esta se construye el resumen de los resultados obtenidos donde el turno AM tiene un cumplimiento de la meta establecida de 505 fardos por turno del 52 % y el PM de 64 %, con un percentil 75 de 577 y 657 respectivamente. Se observa que la desviación es alta para ambos turnos y el promedio de los datos está en 499 y 582 respectivamente. En la figura 23, existen picos en ciertos días donde el turno PM tiene mayor logro, pero mayor personal y el AM presenta días con mayor logro y menor personal.

Figura 23.

Gráfico logro de empaque en lasaña



Nota. El gráfico presenta los logros por día de la producción de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 26.

Registro de datos de producción de empaque lasaña

Día	Fardos AM	Fardos PM	Personal. AM	Personal. PM	Meta Deseada	Porcentaje cumplimiento AM	Porcentaje cumplimiento PM
jueves	319	413	12	13	505	-37 %	-18 %
viernes	458	562	14	16	505	-9 %	11 %
sábado	577	571	15	15	505	14 %	13 %
domingo	526	502	14	13	505	4 %	-1 %
lunes	436	695	13	20	505	-14 %	38 %
martes	287	524	7	14	505	-43 %	4 %
miércoles	230	480	7	12	505	-54 %	-5 %
jueves	240	438	8	11	505	-52 %	-13 %
viernes	530	657	10	16	505	5 %	30 %
sábado	309	651	6	12	505	-39 %	29 %
domingo	300	454	14	11	505	-41 %	-10 %
lunes	555	511	15	11	505	10 %	1 %
martes	449	630	12	18	505	-11 %	25 %
miércoles	416	477	15	10	505	-18 %	-6 %
jueves	390	501	10	13	505	-23 %	-1 %
viernes	300	415	15	12	505	-41 %	-18 %
sábado	520	756	9	23	505	3 %	50 %
domingo	575	774	17	19	505	14 %	53 %
lunes	704	834	19	21	505	39 %	65 %
martes	532	718	12	20	505	5 %	42 %
miércoles	722	603	19	15	505	43 %	19 %
jueves	717	620	22	19	505	42 %	23 %
viernes	829	800	20	22	505	64 %	58 %
sábado	786	608	20	17	505	56 %	20 %
domingo	763	349	20	7	505	51 %	-31 %

	Fardos AM	Fardos PM	Personal AM	Personal PM
Media	499	582	14	15
Mediana	520	571	14	15
Desviación estándar	180	132	5	4
Percentil 70	571	647	15	18
Percentil 75	577	657	17	19

Nota. Tabla presenta las mediciones de producción del empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

El empaque de canelón es un proceso manual, para identificar la situación actual se toma como muestra la medición de 6 turnos, los datos se muestran en la siguiente tabla, tomando los datos del reporte de operación.

Tabla 27.

Medición de fardos empacados – canelón

Fardos	Cajas	Personal	Hr	Fardos/hora	KG	KG reproceso	Cochera	Porcentaje reproceso
293	7032	15	10	29.30	2372	600	7.15	25 %
97	2328	12	5	19.40	667	200		30 %
94	2256	15	5	18.80	693	187		27 %
256	6144	18	6	42.67	2362	200	19.75	9 %
146	3504	11	6.5	22.46	993	100		10 %
91	2184	12	4	22.75	1004	120		12 %

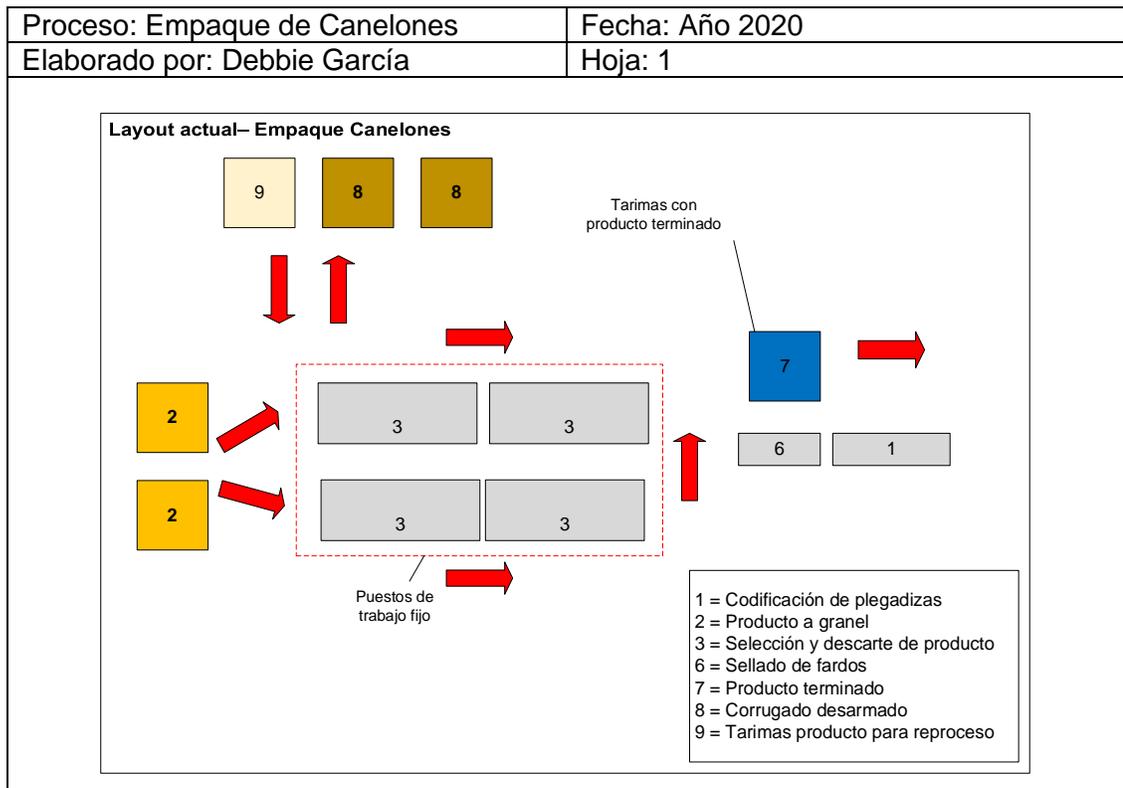
Nota. Resumen de producción de fardos empacados de Canelón. *Elaboración propia con Microsoft Excel.*

Se identifica que el porcentaje de reproceso representa un valor máximo de 30 % y mínimo de 9 % de la masa procesada, los fardos por hora disminuyen cuando este es alto ya que retrasa la selección y descarte de producto. En la figura 24 se muestra el Layout actual, se observa que los auxiliares de empaque no permanecen al 100 % en su puesto de trabajo asignado.

En la figura 25 se muestra un análisis de diagrama de espagueti que registra el recorrido de los auxiliares. Durante el tiempo efectivo de trabajo realizan movimientos como traslados de herramientas y búsquedas, del proceso se detecta que 11 actividades no agregan valor, como se comprueba en el flujograma del proceso.

Figura 24.

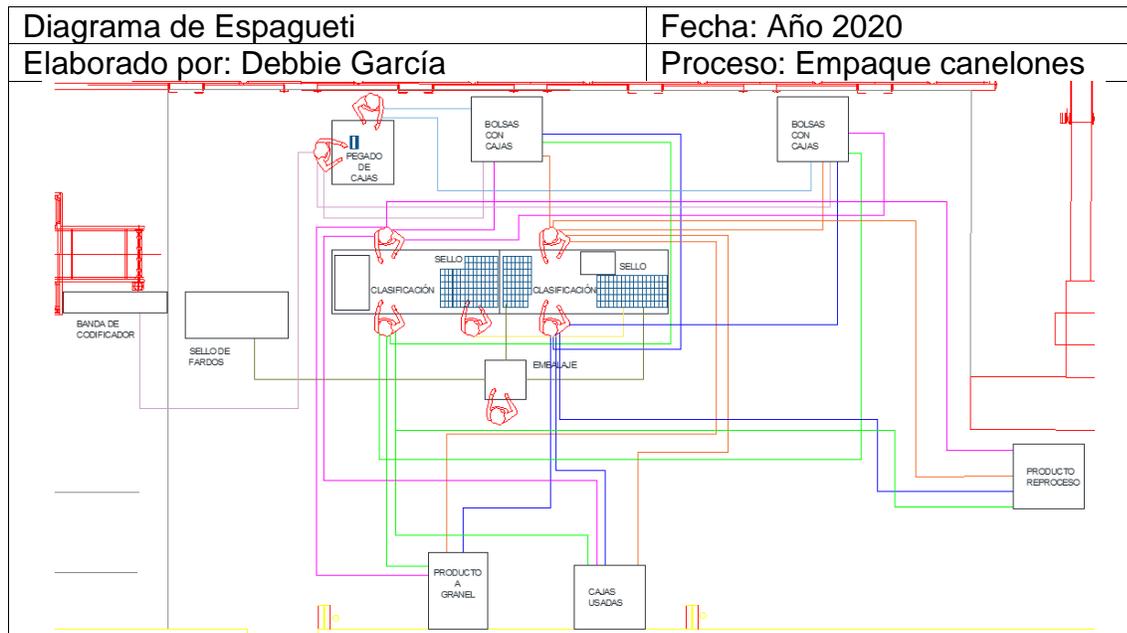
Layout actual – empaque de canelones



Nota. Figura muestra el área de Empaque y sus recorridos. Elaboración propia, realizado con Visio.

Figura 25.

Diagrama de spaghetti empaque de canelones



Nota. Figura muestra los recorridos realizados por los auxiliares. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

De la figura 24 y 25 se generan la siguiente lluvia de ideas:

- Alta frecuencia de recorridos para todos los empacadores
- El flujo propuesto no es ideal para optimizar tiempos por búsquedas y movimientos innecesarios.
- Falta de estandarización de procedimientos.

Para profundizar en las causas identificadas se construye el diagrama de la figura 25, en la tabla 28 se procede a tomar los tiempos de desarrollo del clasificado, selección y descarte de producto. Durante la clasificación del producto el auxiliar realiza un traslado de una caja con producto a granel la cual

clasifica para determinar el producto conforme, el llenado de una caja de 10.3 kg de producto tiene una duración de 15 minutos más 3 minutos de traslados, siendo un total de 18 minutos del proceso. Posterior un recurso adicional realiza el empaque de fardos, por cada caja realiza un traslado hacia al área de Sellado y Paletizado del producto, este proceso tiene una duración de 3.18 minutos por fardo.

Tabla 28.

Tiempos clasificación de empaque de canelón

Proceso:	Clasificado de producto					No. Estudio	1
Fecha:	Año 2021					Hoja No.	1
Elementos	Ciclos						
	1	2	3	4	5	Elementos Extraños	
1	48	48	50	50	50		
2	50	63	48	50	50		
3	50	48	50	63	48		
4	50	50	50	50	58		
5	52	50	51	58	55		
6	48	50	50	50	57		
7	50	52	52	63	52	Recolecta producto dañado	
8	58	50	53	50	52		
9	55	50	50	63	55	Recolecta producto dañado	
10	58	55	53	63	58		
11	57	52	55	50	50		
12	50	53	55	65	53		
13	57	53	57	63	53		
14	55	55	50	63	53	Pausa para buscar plegadizas	
15	55	53	57	62	53		
16	55	55	58	58	53		
17	53	55	58	63	53	Recolecta producto dañado	
18	52	55	60	63	52		
19	50	55	48	50	52		
20	53	53	60	63	52		
	Genero	Femenino	Masculino	Jornada	AM	PM	

Continuación de la tabla 28.

Proceso:	Sellado y empaque de fardos					No. 1
Fecha:	Año 2021					Estudio Hoja 2 No.
	Ciclos					
Elementos	1	2	3	4	5	Elementos extraños
1	2.47	2.51				
2	2.15	2.18				
3	2.52	2.55				
4	2.15	2.17				
5	2.50	2.53				
6	2.48	2.61				Busca corrugados
7	2.50	2.53				
8	2.47	2.49				
9	2.48	2.51				
10	2.48	2.51				
11	2.52	2.56				
12	2.53	2.56				
13	2.55	2.59				
14	2.58	2.61				Traslada plegadizas a mesas
15	2.52	2.54				
16	2.48	2.51				
17	2.58	2.61				
18	2.45	2.49				
19	2.53	2.58				Coloca silicón en pistola
20	2.52	2.56				
	Genero	Femenino	Masculino	Jornada	AM	PM

Nota. Registro de tiempos tomados en el área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 29.

Descripción proceso de empaque canelones

Diagramación de proceso - Empaque canelones						Fecha: Año	
Elaborado por: Debbie García						2020	
Descripción de la actividad: Clasificación de producto							
Empaque de Especialidades- Canelones							
Número de personas para realizar la actividad: 1							
No.	Detalle del proceso	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenamiento	Tiempo (s)
1	Se toma caja a granel y se transporta		x				39
2	Se descarga caja a granel	x					8
3	Se desarma caja y se transporta	x					48
4	Se regresa al área de trabajo		x				9
5	Se sostiene caja y se selecciona producto (34 paquetes)	x					900
6	Se transporta hacia área de Sellado		x				10
7	Se empaca producto reproceso	x					25
8	Se pesa y se lleva a área de Reproceso		x			x	60
Total							1099
Resumen		No.	Minutos				
Operación		4	16.35				
Transporte		4	1.97				
Inspección		0	0.00				
Almacenamiento		1	1.00				
Total		9	18.32				
		Peso en Kg	Tiempo (m)				
Caja a granel-Canelón		10.3	15				
Descripción de la actividad: Pegado de cajas							
Empaque de Especialidades- Canelones							
Número de personas para realizar la actividad: 2							
No.	Detalle del proceso	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tiempo (s)
1	Traslado de cajas a mesa		x				60
2	Pegado de cajas (20 cajas)	x					100
3	Traslado de bolsas con cajas		x				22
Total							182

Continuación de la tabla 29.

Tiempos de un ciclo de trabajo		
Resumen	No.	Minutos
Operación	3	1.66
Transporte	2	1.37
Inspección	0	0.00
Almacenamiento	1	0.00
Total	6	3.63

Diagramación de proceso - Empaque canelones		Fecha: Año				
Elaborado por: Debbie García		2020				
Descripción de la actividad: Empaque de fardos						
Empaque de Especialidades- Canelones						
Número de personas para realizar la actividad: 2						
No.	Detalle del proceso	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenamiento
						Tiempo (s)
1	Traslado de cajas a mesa		x			50
2	Pegado de cajas	x				80
3	Empaque de fardos	x				43
4	Traslado de fardos a selladora		x			8
5	Traslado de caja a pallet	x				x 10
	Total					191

Tiempos de un ciclo de trabajo		
Resumen	No.	Minutos
Operación	3	2.22
Transporte	2	0.97
Inspección	0	0.00
Almacenamiento	1	0.17
Total	6	3.18

Nota. Análisis de tiempos por procedimiento de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

Ampliando la lluvia de Ideas anterior, se encuentra la siguiente problemática:

- Transporte: el traslado de cajas a granel afecta cuando están lejos del puesto de trabajo siendo un tiempo de 4.31 minutos por cada ciclo como se observa en la figura anterior.
- Búsqueda de herramientas: al estar los utensilios lejos del puesto los auxiliares no permanecen en su área de trabajo retrasando el logro de la producción por lo que genera un tiempo muerto en el proceso.
- Tiempo excesivo de empaque por selección y descarte de producto: entre mayor porcentaje tiene una caja a granel de producto no conforme este dificulta la separación del canelón y lasaña, como se comprueba en la tabla 29.
- Falta de habilidad por ser personal nuevo y elaboración de procedimientos distintos para realizar el proceso.

Para establecer las causas se plantean los siguientes cuestionamientos utilizando la herramienta de “5 porque” la cual se muestra a continuación:

- ¿Por qué la clasificación del canelón para ciertos lotes es más lenta?
- ¿Por qué el canelón es dañado durante la producción?
- ¿Por qué el canelón toma una forma plana en cierto porcentaje de los producido?
- ¿Por qué el canelón sufre agrietamiento para ciertos lotes?
- ¿Por qué el canelón presenta producto alargado o más corto del estándar?

Para responder, se procede a realizar mediciones en piso del proceso productivo desde que inicia. Se mide la humedad, presión y redondez de los canelones, como se observa en la tabla 31, se identifica que durante la jornada

las muestras presentan mayores porcentajes en semi aplanado y aplanado. Al inicio los canelones redondos están en un 70 % y el 30 % son semi redondos, en la última muestra 30 % son semi redondos, 30 % son semi aplanados y 40 % son aplanados. Con base a los datos recabados se presentan los siguientes hallazgos:

- ¿Por qué la clasificación del canelón para ciertos lotes es más lenta?

R/ Entre mayor porcentaje se presenta en cajas a granel producto dañado, la selección y descarte de producto es menos eficiente. Como se observa en la tabla 29, al tener mayor porcentaje de reproceso, los fardos por hora disminuyen.

- ¿Por qué el canelón es dañado durante la producción?

R/ Al finalizar la producción existen muestras quebradas esto debido al recorrido por cada túnel de secado y la caída vertical del producto en cada fase.

- ¿Por qué el canelón toma una forma plana en cierto porcentaje de los producido por lote?
 - Las redonde se pierde por la temperatura que se presenta en los túneles de secado.
 - La distancia de caída del canelón es de 20 centímetros por lo que el canelón pierde su redondez.
- ¿Por qué el canelón sufre agrietamiento para ciertos lotes?

R/ Al tener una diferencia de temperatura y secado en cada túnel, el porcentaje de humedad debe ser controlado para evitar agrietamiento en la pasta al finalizar su producción.

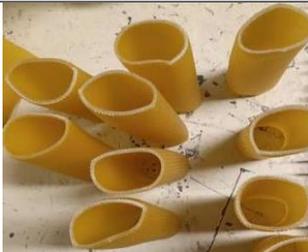
- ¿Por qué el canelón presenta producto alargado o más corto del estándar?
 - Al tener variación en la presión de liberación de la masa en el molde del canelón, estos pueden tener un largo más del estándar o menos.
 - Las horas críticas de producción y necesidad de ajuste de temperaturas y humedad es a las 10:00 AM y 13:00 PM.

Tabla 30.

Registro de muestreo de canelón

Informe	Muestro de canelones	Hoja	1
Fecha	Año 2021	Elaborado por	Debbie García
Primera hora:	8:48 AM		
Humedad:	29.79 %		
Muestras:	10		
Redondo:	7		
Semi redondo:	3		
Semi aplanado:	0		
Aplanado:	0		
Primera hora:	8:51 AM		
Humedad:	26.20 %		
Muestras:	10		
Redondo:	2		
Semi redondo:	5		
Semi aplanado:	3		
Aplanado:	0		
Largo= 8.50	9		
Largo= 9.00	1		
Largo= 10.00	0		
Primera hora:	10:10 AM		
Humedad:	16.26 %		
Muestras:	10		
Redondo:	0		
Semi redondo:	4		
Semi aplanado:	2		
Aplanado:	4		

Continuación de la tabla 30.

Primera hora:	13:00 AM			
Humedad:	12.52 %			
Muestras:	10			
Redondo:	0			
Semi redondo:	2			
Semi aplanado:	4			
Aplanado:	4			
Primera hora:	16:30 AM			
Humedad:	12.33 %			
Muestras:	10			
Redondo:	0			
Semi redondo:	3			
Semi aplanado:	6			
Aplanado:	1			
Primera hora:	16:40 AM			
Humedad:	12.33 %			
Muestras:	10			
Redondo:	0			
Semi redondo:	3			
Semi aplanado:	5			
Aplanado:	2			
Primera hora:	16:50 AM			
Humedad:	12.33 %			
Muestras:	10			
Redondo:	0			
Semi redondo:	3			
Semi aplanado:	3			
Aplanado:	4			
Toma de presiones:				
Hora	Presión	Largo 1	Largo 2	Largo 3
8:48	100	0	10	0
9:53	105	0	3	7
11:00	105	8	2	0
12:00	105	1	9	0
13:00	105	2	6	2
14:00	105	2	8	0
15:00	105	1	8	1

Nota. Resumen de muestreo de canelones en área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 31.

Resumen – muestreo de canelones

Hora	Redondo	Semi redondo	Semi aplanado	Aplanado
8:48	70 %	30 %	0	0
8:51	20 %	50 %	30 %	0
10:10	0 %	40 %	20 %	40 %
13:00	0 %	20 %	40 %	40 %
16:30	0 %	30 %	60 %	10 %
16:40	0 %	30 %	50 %	20 %
16:50	0 %	30 %	30 %	40 %

Nota. Tabla presenta resultados del muestreo realizado. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.3.3. Proceso de limpieza en Empaque

Se realiza un recorrido a las áreas, por medio de una lista de comprobación se verifican los procedimientos. En la observación directa se realizan 5 preguntas por cada fase de las 5`s, la calificación y criterios son: bueno, regular, mal; con punteos de 3, 2 y 1 respectivamente.

En la tabla 31 se observa la información recolectada, en la tabla 32, se registran las puntuaciones por cada fase, el total es de 55 %. Se identifica que el mayor punteo es para la limpieza siendo un 73 % y el menor la clasificación con un 33 %. El orden como clasificación con punteos de 40 % y 33 % respectivamente, son las fases con mayor oportunidad dado que existen herramientas y materiales no clasificadas y estandarizadas en el espacio de trabajo.

Tabla 32.*Porcentaje de puntuación de áreas*

5S	Puntuación	Puntuación máxima	Porcentaje
Clasificación	5	15.00	33 %
Orden	6	15.00	40 %
Limpieza	11	15.00	73 %
Estandarización	10	15.00	67 %
Disciplina	9	15.00	60 %
Total	41	75	55 %

Nota. Resumen de puntuación obtenida por área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 33.*Lista de comprobación de espacios de trabajo*

Check list			
Clasificación	Bueno= 3	Regular= 2	Mal= 1
¿Cómo califica la distribución interna del área?			x
¿Cómo califica la ubicación de las herramientas y equipos?			x
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario del área?			x
¿El material de trabajo es clasificado correctamente?			x
¿Cómo es el nivel de estandarización para la clasificación de herramientas y equipos?			x
Sumatoria			5
Promedio			1
Orden	Bueno= 3	Regular= 2	Mal= 1
¿Cómo califica el orden en el área?		x	
Calificar la facilidad de acceso de herramientas			x
¿Cuándo terminan una tarea regresan las herramientas a su lugar?			x
¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden?			x
¿Existe un lugar específico para cada herramienta?			x
Sumatoria			6
Promedio			1.2
Limpieza	Bueno= 3	Regular= 2	Mal= 1
Calificar el grado de limpieza del área	x		
¿Separan de forma correcta los desechos en el área?	x		
¿se realiza mantenimiento a los equipos y herramientas?		x	
Calificar la manera de identificar posibles fuentes de suciedad y problemas como fallas		x	
¿Cómo es el nivel de estandarización para la limpieza en el área?			x
Sumatoria			11
Promedio			2.2

Continuación de la tabla 33.

Check list				
Estandarización	Bueno= 3	Regular= 2	Mal= 1	
¿Cómo califica la señalización de la ruta de evacuación del área?	x			
¿Cómo califica la señalización para ubicar el lugar exacto en el que tiene que estar las herramientas?			x	
¿Cómo se considera la ubicación de sustancias tóxicas, explosivas o peligrosas?	x			
¿Están señalizadas y delimitadas las áreas de trabajo?		x		
¿Cómo es el nivel de estandarización de los procesos?			x	
Sumatoria				10
Promedio				2
Disciplina	Bueno= 3	Regular= 2	Mal= 1	
¿Hay cumplimiento constante de las normas de seguridad y salud ocupacional?		x		
¿Cómo es el seguimiento que se le hace al proceso de clasificación de materiales y equipos?		x		
¿Cómo es el seguimiento que se hace al orden de herramientas?			x	
Calificar al seguimiento de limpieza en el área	x			
¿Están actualizados los procedimientos estándares?			x	
Sumatoria				9
Promedio				1.8

Nota. Tabla presenta la inspección de áreas realizada. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 26.

Estado actual de áreas identificadas



Nota. Áreas inspeccionadas de empaque de especialidades. Elaboración propia.

Los desperdicios identificados son:

- Retrasos por movimientos innecesarios y tiempos de búsqueda de herramientas y materiales: existen tiempos muertos por realizar movimientos que no aportan valor, esto es por herramientas que no tienen una clasificación y orden específico en el área.
- Herramientas dañadas y equipos: aquellos que no son útiles y ocupan un espacio que no aporta al proceso y provoca falta de orden.

Se realiza la clasificación de cada área y se identifica la frecuencia de uso, personal, con el criterio de bueno, regular o malo. Para el empaque de canelón y lasaña de lo identificado la frecuencia tiene un 60 % y 73 % respectivamente y con el criterio de ubicación como “Bueno” un 20 % para ambos. En la tabla 33, se muestra el formato utilizado:

Tabla 34.

Clasificación – proceso de diagnóstico

Área:	Canelones		Frecuencia de uso	Personal que utiliza la herramienta	Ubicación
Fecha:	Año 2021				
Listado	Ubicación	Propósito			
Mesas para especialidades	Al lado de línea de CH-750	Son utilizadas para clasificar producto	Alta	Empacadores	Buena
Cinta adhesiva	No tiene ubicación fija	Son utilizadas para sellar bolsas de reproceso y colocar bolsas nuevas.	Alta	Empacadores	Regular
Pistola de silicón	Debajo de mesas de trabajo	Es utilizado para sellar cajas.	Alta	Empacadores	Regular
Dispensadores de cinta adhesiva	Sobre mesas o sobre maquinaria	Son utilizadas para sellar bolsas de reproceso.	Alta	Empacadores	Malo
Documentación	Sobre Mesa de acero inoxidable y maquinaria	Llevar el registro de las operaciones diarias.	Media	Empacadores	Regular
Bolsas de producto para reproceso	Al lado de empacadoras	Son utilizadas para producto para reproceso	Alta	Empacadores	Regular

Continuación de la tabla 34.

Área:	Lasaña		Frecuencia	Personal	Ubicación
Fecha:	Octubre 2020				
Listado	Ubicación actual	Propósito			
Plegadizas	Al lado de empacadoras	Material para empaque secundario.	Alta	Empacadores	Bueno
cajas y herramientas de chao mein	Al lado de área de Empaque de Canelones	Herramientas de trabajo	Media	Empacadores	Regular
Pallet con producto reproceso	No tiene ubicación fija	Producto	Media	Empacadores	Regular
Bolsas transparentes	Debajo de mesas y al lado de la línea	Son utilizadas para almacenar lasaña.	Alta	Empacadores	Malo
Cinta adhesiva	No tiene ubicación fija	Son utilizadas para sellar bolsas de reproceso.	Alta	Empacadores-Operador	Regular
Stretch Film	Debajo de mesas de trabajo	Es utilizado para cubrir cajas con lasaña.	Media	Empacadores	Regular
Dispensadores de cinta	Sobre mesas o sobre maquinaria	Son utilizadas para sellar bolsas de reproceso.	Alta	Empacadores	Malo
Documentación	Sobre Mesa de acero inoxidable y maquinaria	Llevar el registro de las operaciones diarias.	Media	Empacadores	Regular
Plegadizas	A un lado de encartonadora en caja de plástico.	Material para empaque secundario.	Alta	Empacadores	Bueno
Pistola de silicón	Debajo de mesa de trabajo o sobre maquinaria	Sella el empaque secundario en caso de estar sellado.	Baja	Empacadores	Regular
Caja y bolsa	A un lado de envolvedora	Almacenan el desperdicio	Alta	Operador	Bueno
Producto químico	Sobre Encartonadora	Limpiador	Media	Operador	Regular
Bolsas negras	En bolsa negra cerca de encartonadora	Almacenan plegadizas en mal estado.	Alta	Empacadores-Operador	Regular
Bolsas con producto reproceso	En mesas de trabajo y pallets	Son utilizadas para almacenar material en reproceso.	Alta	Empacadores	Malo

Nota. Análisis realizado por área y herramientas según su uso. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 35.

Porcentajes de frecuencia de uso y ubicación en área de Empaque

Área	No. de utensilios	Frecuencia de uso			Ubicación		
		Alta	Media	Baja	Bueno	Regular	Malo
Canelón	10	60 %	30 %	10 %	20 %	70 %	10 %
Lasaña	15	73 %	20 %	7 %	20 %	53 %	27 %

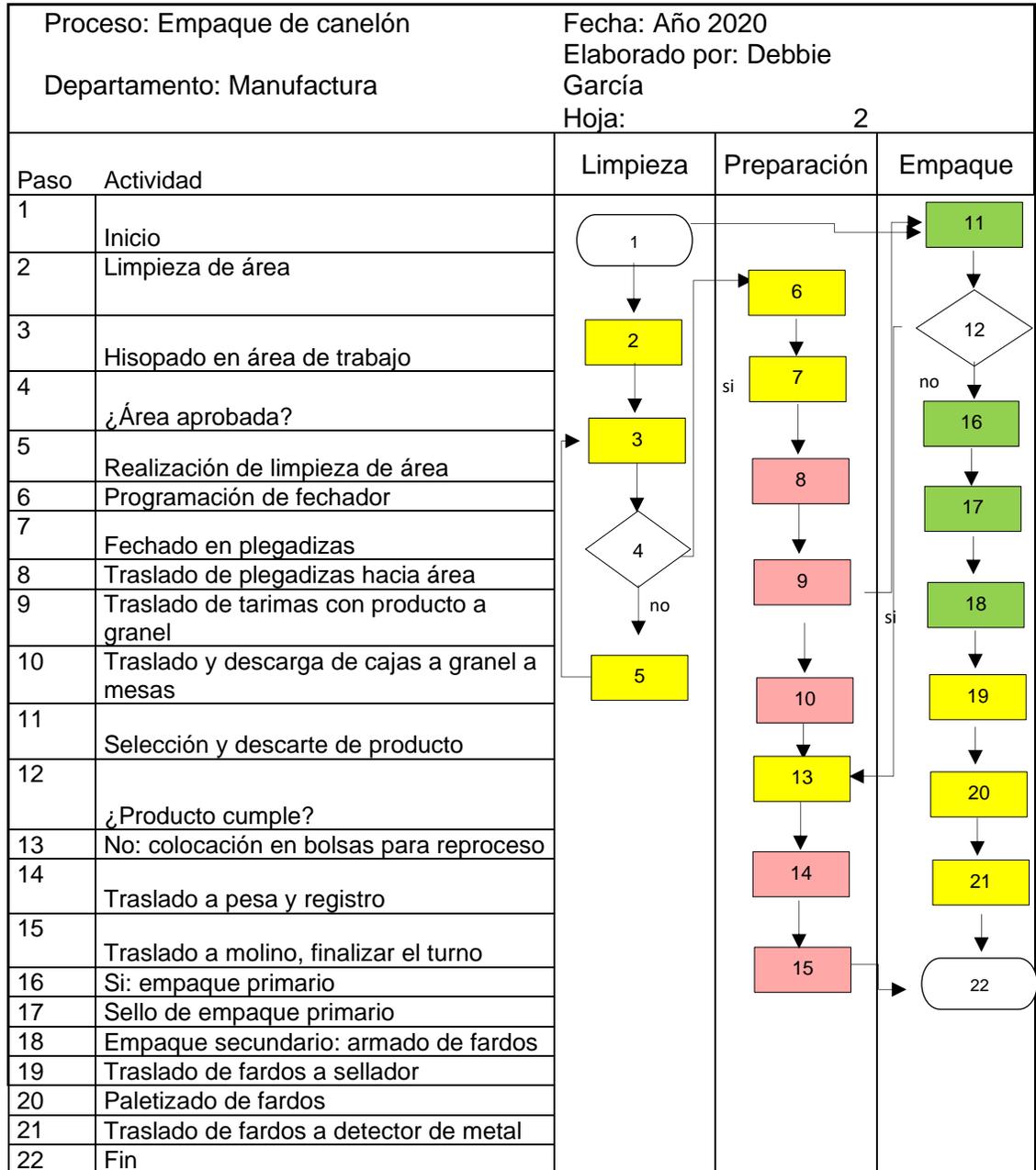
Nota. Resumen de análisis realizado. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.3.4. Espacios de trabajo

Se realiza el diagrama de la figura 27 con base al diagnóstico realizado del listado de tareas identificadas para el proceso, se establece el nuevo flujograma, donde se elimina las siguientes actividades a los empacadores: Sello de plegadizas en parte inferior, traslado a mesas de trabajo, a pesa y registro, a tarima de producto para reproceso.

Figura 27.

Flujograma del procedimiento de empaque de canelón



Nota. Pasos propuestos para el proceso de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

Tabla 36.

Comparación con método anterior empaque de canelón

Área	Agregan valor al proceso	Agregan valor al cliente	No agregan valor	Total	Porcentaje no valor agregado
Canelón método anterior	8	4	11	23	48 %
Canelón	9	4	5	18	27.7 %

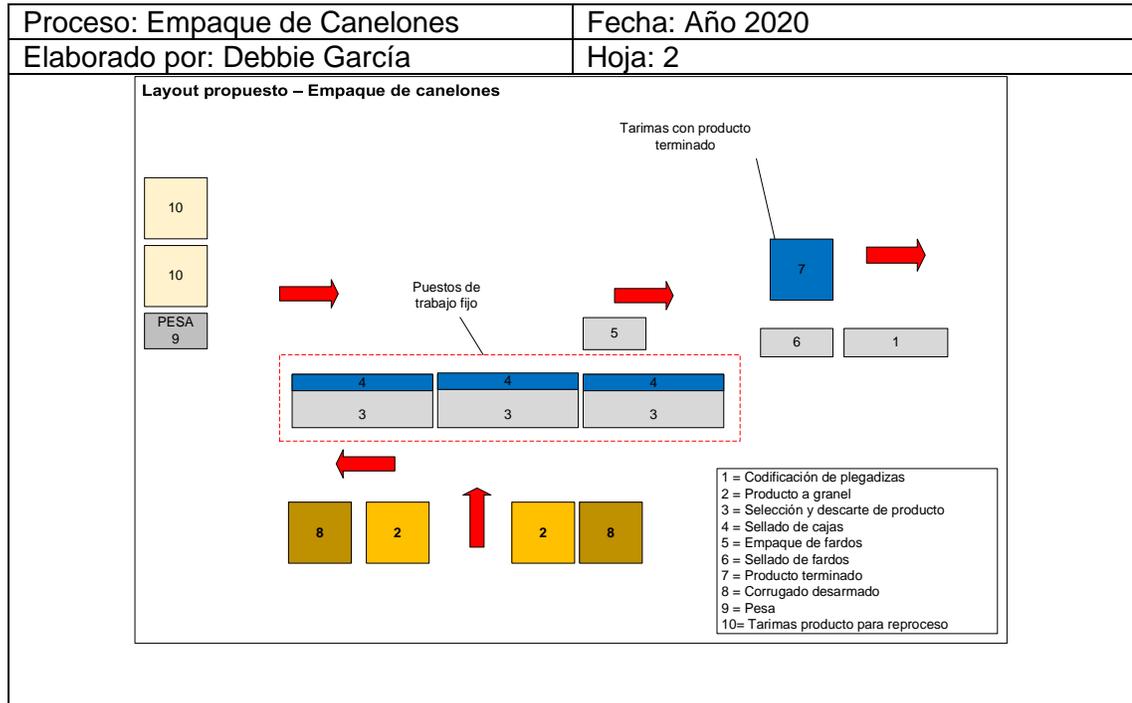
Nota. Resumen de método propuesto versus el anterior. Elaboración propia, realizado con Excel.

Como se observa en la tabla 36, las actividades que no agregan valor se reduce el porcentaje del total de 48 % al 27,7 % del total.

A continuación, se muestra el Layout para el área de Empaque de Canelones, elaborado con base a la figura 27.

Figura 28.

Layout propuesto – empaque de canelones



Nota. Layout propuesto el área de Empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

En la figura 28 se muestra el Layout propuesto, a diferencia del anterior busca optimizar el espacio de trabajo y reducir los traslados y movimientos innecesarios. Para establecer el beneficio se procede a realizar pruebas en el espacio de trabajo para definir las mejoras y su efectividad. En la figura 29, se muestra la comparación del método actual con la prueba piloto, entre las mejoras se observa: la eliminación de bolsas con cajas siendo un cambio en el proceso y eliminando actividades que no agregan valor. Adicional el flujo es lineal y continuo creando un método de trabajo cooperativo y más efectivo.

Figura 29.

Empaque de canelones comparación de métodos



Nota. Métodos comparados realizados en área de Empaque. Elaboración propia.

2.1.3.4.1. Mejoras propuestas en el área de Lasaña

Con base al estudio del diagrama analítico expuesto en la sección anterior, se realiza la propuesta de la figura 30. Donde se establecen los roles del proceso para estandarizar las tareas para el personal de clasificación y empaque de lasaña, se establecen los siguientes roles:

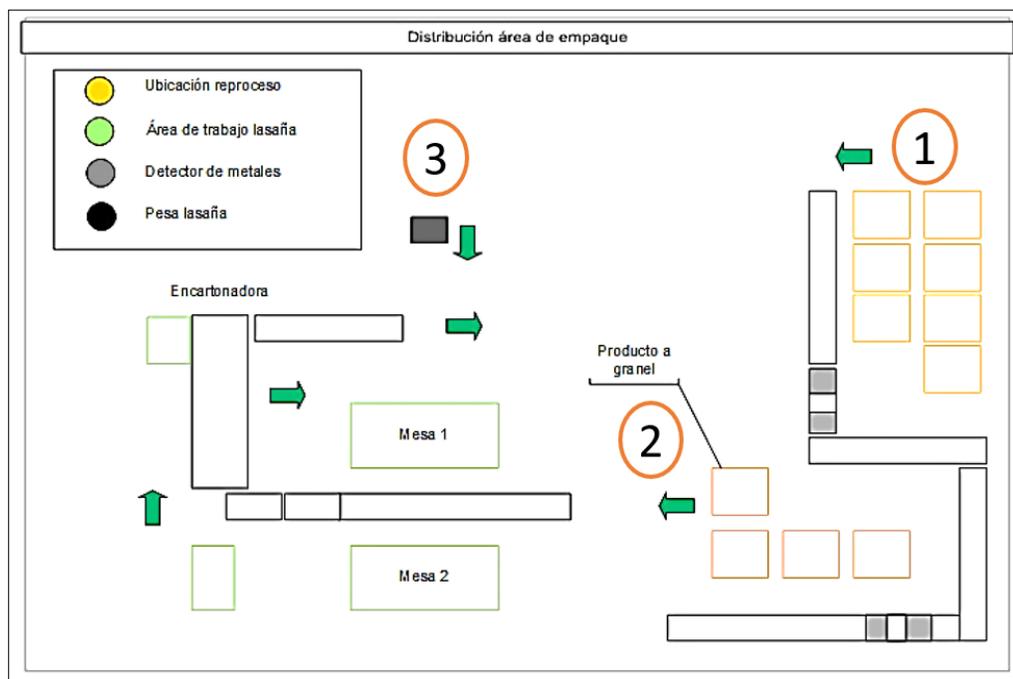
- Personal de clasificado: clasificación y descarte de láminas de lasaña
- Colocación de paquetes: colocación en banda transportadora
- Preparación de plegadizas: colocación de plegadizas en encartonadora y armado de corrugado.
- Empaque de fardos: armado de fardos, sellado y traslado a detector de metales.
- Alimentación de producto a granel: traslado de producto a granel y vaciado en mesas de trabajo, retiro de bolsas con producto para reproceso y pesaje.

En la posición 1, se establece el área de Producto para Reproceso el cual es trasladado hacia el molino al finalizar el turno. En la posición 2, se establece el espacio para fardos con producto a granel el cual alimenta las mesas de trabajo.

En la posición 3, se establece el proceso para pesaje de producto para reproceso.

Figura 30.

Reorganización del área de Lasaña



Nota. Layout propuesto para el proceso de empaque. Elaboración propia, realizado con Visio.

Para reducir los recorridos actuales en el proceso de lasaña, se realiza el diagrama analítico de la tabla 37, donde se busca reducir principalmente los recorridos actuales.

Tabla 37.

Propuesta diagrama analítico

Proceso:	Empaque de lasaña	Fecha:	2020			
Área:	Manufactura	Analizado por:	Debbie García			
Diagrama Analítico		Operario	Material			
Diagrama: 1	Hoja: 2	Resumen				
Objeto/Proceso:		Actividad	Actual			
			Propuesta			
Proceso de empaque de lasaña		Operación	8			
Actividades:		Transporte	8			
1. Producción	5. Traslado	Espera	2			
2. Recolección	6. Clasificación	Inspección	2			
3. Traslado	7. Colocación	Almacenamiento	1			
4. Traslado	8. Empaque 1	Total	21			
		Distancia (m)	315.02			
Método:	Actual X Propuesto	Personas	12			
Lugar:	Manufactura	Horas	1.6			
Descripción		Personas	Distancia			
			Tiempo (min.)			
			Símbolo			
			○ → □ ▽			
Recolección de lasaña		2	4.00	0.05	X	
Traslado a la línea de empaque		2	20.00	3.00		X
Clasificación de lasaña		6	3.00	15.00	X	X
Colocación en banda		2	0.50	10.00	X	
Pasa por empacadora		-	3.27	10.00	X	
Pasa por encartonadora		-	5.00	10.00	X	
Recolección de plegadizas		1	2.30	0.50		X
Alimentación de plegadizas		1	2.30	5.00	X	
Armado de fardos		1	0.70	2.00	X	X
Traslado a detector de metales		1	11.27	1.50		X
Almacenaje		-	58.36	5.00	X	X
Traslado de producto para reproceso al molino		3	20.00	10.00	X	
Totales			130.7	72.05		

Nota. Diagrama analítico realizado para el empaque de lasaña. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con la propuesta se reduce la operación de 8 a 7, el transporte de 8 a 5, se eliminan las esperas, la inspección y el almacenamiento se mantiene. A continuación, se muestra la comparación:

Tabla 38.

Resumen propuesto – empaque de lasaña

	Actual	Propuesto
Operación	8	7
Transporte	8	5
Espera	2	0
Inspección	2	2
Almacenamiento	1	1
Total, actividad	21	15
Total, metros	315	130
Total, tiempo	1.60	1.20

Nota. Resumen del análisis de operaciones de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

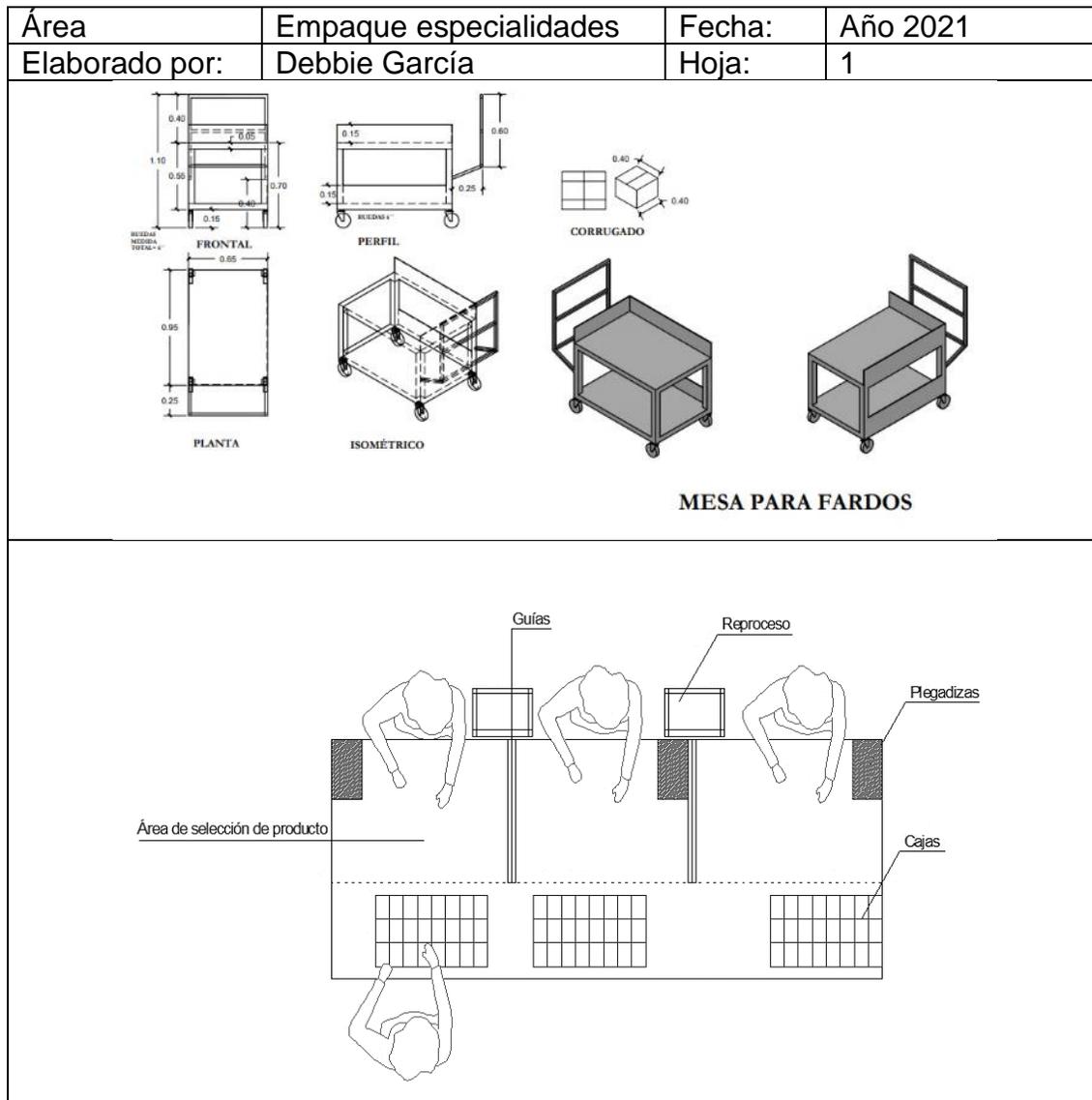
Con base al layout propuesto para el área de Empaque de Canelón y Lasaña se procede a realizar el diseño de equipo para optimizar los movimientos y recorridos. En la figura 31, se muestran los equipos diseñados.

Un transportador de fardos para disminuir recorridos, la mesa transportadora tiene la capacidad de 4 fardos en un viaje lo cual optimiza el proceso transportando más a la selladora.

Para las mesas de empaque, se define el espacio de trabajo con el fin de estandarizar los procedimientos, con base a los anexos, se establece que el espacio máximo de un empacador es de 1.37 metros en forma horizontal y 0.50 en vertical.

Figura 31.

Equipo propuesto empaque de especialidades



Nota. Imágenes presentan los equipos propuestos para el área de Empaque. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

2.1.3.4.2. Proceso de operación, condiciones de empaque manual (definición de metas)

Para definir las metas del proceso, se realiza los siguientes pasos para el estudio de tiempos:

- Preparación para el estudio
 - Selección de operarios
 - Comprobación del método de trabajo
- Ejecución del estudio
 - Registro de información
 - Descomposición de tareas
- Toma de tiempos
 - Tiempo observado
 - Valoración de ritmo de trabajo
 - Tiempo Estándar

En el diagnóstico y secciones anteriores se analizaron los incisos a y b, del proceso de empaque de lasaña y canelón, para la toma de tiempos se realiza lo siguiente:

- Tiempo observado: se realiza el siguiente análisis para determinar las observaciones necesarias se aplica una fórmula estadística que permite establecer la cantidad adecuada de observaciones para nivelar el tiempo de trabajo, este se muestra a continuación:

Tabla 39.

Cálculo de desviación de valores observados

Valores	Frecuencias	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	Desviación
0.480	3	0.02	0.00	0.01
0.490	4	0.01	0.00	0.00
0.500	5	0.00	0.00	0.00
0.510	6	-0.01	0.00	0.00
0.520	7	-0.02	0.00	0.00
0.490	8	0.02	0.00	0.00
0.520	9	-0.01	0.00	0.00
0.525	5	-0.02	0.00	0.01
0.520	4	-0.02	0.00	0.00
0.495	3	0.01	0.00	0.00
Total	54			0.044

Nota. Cálculos realizados para el muestreo de tiempos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Cálculos de valores observados:

Donde:

K = coeficiente de riesgo = 2

e = error 4 %

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{X}} \right)^2 + 1$$
$$N = \left(\frac{2 * 0.0444}{0.04 * 0.504} \right)^2 + 1$$
$$N = 20.4$$

- Valoración del ritmo de trabajo y tiempo estándar del proceso: con base a los pasos anteriores, se procede a nivelar los tiempos observados, encontrando el factor de nivelación con el método por medio de las tablas de *Westinghouse* ubicadas en anexos, en la siguiente tabla se muestra los factores encontrados:

Tabla 40.*Valoración del ritmo de trabajo*

CANELÓN						
	CLASIFICADO			ENFARDELADO		
	A	B	C	D	E	F
Habilidad	0.11	0.08	0.08	0.11	0.06	0.06
Esfuerzo	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Condiciones	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02
Consistencia	0.01	0.01	0	0.03	0.03	0.03
Factor	1	1	1	1	1	1
Total, FC	1.18	1.15	1.14	1.18	1.13	1.13

LASAÑA						
	CLASIFICADO			COLOCACION		
	A	B	C	D	E	F
Habilidad	0.08	0.06	0.06	0.11	0.08	0.08
Esfuerzo	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02
Condiciones	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Consistencia	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03
Factor	1	1	1	1	1	1
Total, FC	1.09	1.07	1.07	1.16	1.13	1.13

Nota. Calificación del ritmo de trabajo de empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base a la tabla anterior se procede a calcular el tiempo promedio para los procesos identificados, agregando un factor de nivelación, en la tabla 41 se muestran los datos:

Tabla 41.*Estudio de tiempos – proceso de canelones*

Elementos	Ciclos						Proceso: clasificado canelón			
	No.	TMO	TMO	TMO	TMO	TMO	Promedio	TMF	FC porcentaje	TN
1	48	48	50	50	50	49	1.18	1.16	56.9	
2	50	63	48	50	50	52		1.16	60.3	
3	50	48	50	63	48	52		1.16	59.9	
4	50	50	50	50	58	52		1.16	59.6	
5	52	50	60	58	55	55		1.16	63.6	
6	48	50	50	50	57	51		1.16	59.0	
7	50	52	52	63	52	54		1.16	62.2	
8	58	50	53	50	52	53		1.16	60.8	
9	55	50	50	63	55	55		1.16	63.1	

Continuación de la tabla 41.

Elementos		Ciclos					Proceso: clasificado canelón			
No.	TMO	TMO	TMO	TMO	TMO	Promedio	TMF	FC porcentaje	TN	
10	58	55	53	63	58	57	1.15	1.16	66.4	
11	57	52	55	50	50	53		1.16	61.0	
12	50	53	55	65	53	55		1.16	63.8	
13	57	53	57	63	53	57		1.16	65.4	
14	55	55	50	63	53	55		1.16	63.8	
15	55	53	57	62	53	56		1.16	64.7	
16	55	55	58	58	53	56		1.16	64.5	
17	53	55	58	63	53	56		1.16	65.2	
18	52	55	60	63	53	57		1.16	65.4	
19	50	55	48	50	53	51		1.16	59.2	
20	53	53	60	63	53	56	1.14	1.16	65.2	
Totales	1056	1055	1074	1160	1062	1081.4			1250.1	
Promedio	53	53	54	58	53	54.1	1.2		62.5	
Elementos		Ciclos			Proceso: Enfardelado Canelón					
No.	TMO	TMO	Promedio	TMF	FC porcentaje	TN				
1	2.47	2.51	2.49	1.18	1.15	2.86				
2	2.15	2.18	2.17		1.15	2.49				
3	2.52	2.55	2.53		1.15	2.90				
4	2.15	2.17	2.16		1.15	2.48				
5	2.5	2.53	2.51		1.15	2.88				
6	2.48	2.61	2.55		1.15	2.92				
7	2.5	2.53	2.51		1.15	2.88				
8	2.47	2.49	2.48		1.15	2.84				
9	2.48	2.51	2.5		1.15	2.87				
10	2.48	2.51	2.5	1.13	1.15	2.87				
11	2.52	2.56	2.54		1.15	2.91				
12	2.53	2.56	2.55		1.15	2.92				
13	2.55	2.59	2.57		1.15	2.95				
14	2.58	2.61	2.6		1.15	2.98				
15	2.52	2.54	2.53		1.15	2.90				
16	2.48	2.51	2.5		1.15	2.87				
17	2.58	2.61	2.6		1.15	2.98				
18	2.45	2.49	2.47		1.15	2.83				
19	2.53	2.58	2.56		1.15	2.94				
20	2.52	2.56	2.54	1.13	1.15	2.91				
Totales	49.46	50.20	49.86		22.94	57.19				
Promedio	2.47	2.51	2.49	1.15	1.15	2.86				

Nota. Resumen de tiempos registrados del empaque de canelón. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base al tiempo normal del proceso de clasificado y enfardelado, se procede a encontrar el tiempo estándar, este se muestra en la tabla 42.

Siendo 1.04 minutos para el clasificado de una unidad y 2.86 para el enfardelado, con un tiempo de tolerancia de 30 minutos:

Tabla 42.

Tiempo estándar de empaque de canelón

	Tolerancia diaria:	TN	Tiempo total	Suplementos	TS
Clasificado	30	63.3	720	0.04	1.10
Enfardelado	30	2.890	720	0.04	2.93

Nota. Cálculo del tiempo estándar del empaque de canelón. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base al tiempo normal definido se establece el personal necesario para el empaque, y se definen las metas para dimensionamiento de personal en el proceso:

Tabla 43.

Definición de metas y personal proceso de canelones

	Proceso	
	Clasificado	Empaque fardos
Tiempo Estándar (min)	1.10	2.89
Eficiencia	85 %	85 %
Unidades por fardo	24	24
Tiempo Efectivo (min)	612	612
Meta diaria (fardos)	255	255
Personal necesario	11	1.20
Fardos por persona	23.18	212

Nota. Metas definidas según el tiempo estándar. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para establecer las metas en la producción de empaque de lasaña se toma como muestra los datos históricos recabados y por medio de un estudio de

tiempos se determina el tiempo estándar. En la tabla 44 se muestra los tiempos observados de cada elemento, los tiempos de movimientos fundamental, factor de nivelación de los tiempos recabados de 1.07 % y el tiempo normal definido que es de 0.39 minutos para el empaque.

Tabla 44.

Estudio de tiempos – proceso de lasaña

Elementos		Ciclos				Proceso: clasificado			
No.	TMO	TMO	TMO	TMO	TMO	Promedio	TMF	Factor porcentaje	TN
1	30	30	30	30	30	30.0	1.09	1.07	32
2	31	31	31	31	31	31.0		1.07	33
3	32	30	32	32	30	30.8		1.07	33
4	32	30	30	30	29	30.1		1.07	32
5	31	30	31	31	31	30.8		1.07	33
6	30	30	30	30	30	29.8		1.07	32
7	31	31	31	31	31	30.6		1.07	33
8	30	30	30	30	30	30.3		1.07	32
9	31	31	31	31	31	31.1		1.07	33
10	29	30	30	30	30	29.5	1.07	1.07	32
11	32	29	32	32	30	31.0		1.07	33
12	31	30	31	31	31	30.7		1.07	33
13	30	30	32	32	32	30.9		1.07	33
14	29	29	32	29	29	29.5		1.07	32
15	29	29	32	29	30	29.6		1.07	32
16	29	30	30	30	30	30.1		1.07	32
17	30	30	30	30	30	30.2		1.07	32
18	30	30	30	30	30	30.5		1.07	33
19	29	31	31	31	31	30.7		1.07	33
20	28	29	32	30	32	30.2	1.07	1.07	32
Totales	604	598.2	617.1	609.5	607.8	607.3			649
Promedio	30	29.9	30.9	30.5	30.4	30.4	1.1		32.5
Elementos		Ciclos		Proceso: Colocación					
No.	TMO	TMO	Promedio	TMF	Factor porcentaje	TN			
1	7	7	6.5	1.16	1.14	7.4			
2	6	6	6.0		1.14	6.8			
3	6	6	5.6		1.14	6.4			
4	6	6	6.0		1.14	6.8			
5	6	6	5.6		1.14	6.4			
6	6	6	5.8		1.14	6.6			
7	5	7	6.0		1.14	6.8			
8	5	7	6.0		1.14	6.9			
9	5	7	6.0		1.14	6.9			

Continuación de la tabla 44.

No.	TMO	TMO	Promedio	TMF	Factor porcentaje	TN
10	5	6	5.4	1.13	1.14	6.1
11	5	6	5.5		1.14	6.3
12	5	7	5.8		1.14	6.6
13	5	7	5.7		1.14	6.5
14	5	7	5.7		1.14	6.5
15	5	7	5.6		1.14	6.4
16	7	6	6.2		1.14	7.0
17	7	6	6.6		1.14	7.5
18	6	6	6.1		1.14	6.9
19	6	6	6.1		1.14	7.0
20	5	7	5.8	1.13	1.14	6.5
Totales	111.257143	124.39	117.823571		22.8	134.3
Promedio	5.56285714	6.2195	5.89117857	1.14	1.14	6.7

Nota. Resumen de tiempos registrados del empaque de lasaña. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base al tiempo normal definido se establece el personal necesario para el clasificado y empaque, según las metas establecidas. Como se observa en la tabla 45, se define la cantidad de personal por proceso con base a los tiempos estándar.

Tabla 45.

Tiempo estándar de empaque de lasaña

	Tolerancia diaria:	TN	Tiempo total	Suplementos	TS
Clasificado	30	0.54	720	0.04	0.58
Enfardelado	30	0.11	720	0.04	0.15

Nota. Cálculo del tiempo estándar del empaque de lasaña. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 46.*Definición de metas y personal proceso de lasaña*

	Clasificado	colocación
Tiempo Estándar	0.58	0.15
Eficiencia	85 %	85 %
Unidades por fardo	24	24
Tiempo Efectivo	612	612
Meta diaria (fardos)	505	505
Personal necesario	11	3
Unidades por persona	1055	4080
Fardos por persona	44	170

Nota. Presenta las metas definidas según el tiempo estándar. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para establecer el costo por paquete según la meta establecida, se construye la tabla 47. Donde la cantidad de personas definida es con base a la capacidad en fardos por jornada trabajada. Como se observa, el costo es menor cuando se tiene 14 y 16 personas en el proceso, es decir que entre mayor productividad se obtenga reducirá el costo por paquete.

Tabla 47.*Tabla de costos por paquete*

Tabla de costos- lasaña			
Cantidad personas	16	15	14
Fardos	572	528	505
Paquetes	728.0	672.0	2,120
Pago/día	300	300	300
Costo total/mano de obra	4800	4500	4200
Costo/paquete	Q0.3496	Q0.3551	Q0.3465
Productividad	84.11	82.82	84.87

Nota. Cálculo de costos por número de auxiliares por área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Cálculos realizados:

- Factor de actuación:
 - FC = Factor de actuación

$$\bar{P} = \frac{FC1 + FC2 + FC3}{3}$$
$$\bar{P} = \frac{1,18 + 1,13 + 1,13}{3}$$
$$\bar{P} = 1.15$$

- Tiempo normal:

$$TN = \bar{P} * TMO$$

Donde:

TN = Tiempo normal

TMO = Tiempo movimiento observado

P = Factor de actuación

$$TN = 1.15 * 2.49 = 2.86 \text{ minutos}$$

- Suplementos:

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Tolerancia diaria}}{(\text{Tiempo total} - \text{Tolerancia diaria})}$$

$$\text{Suplementos} = \frac{30 \text{ minutos}}{(720 \text{ minutos} - 30 \text{ minutos})}$$

$$\text{Suplementos} = 0.04$$

- Tiempo estándar:

$$TS = TN + \text{Suplementos}$$

$$TS = 2.86 + 0.04$$

$$TS = 2.89 \text{ minutos}$$

- Tiempo efectivo:

$$TEf = \text{Jornada} * \% \text{ eficiencia} * 60$$

$$TEf = 12 * \% 85 * 60 = 612 \text{ minutos}$$

- Fardos por persona:

$$FDP = \frac{\frac{\text{Tiempo efectivo}}{\text{Tiempo Estandar}}}{\text{Unidades por frdo}}$$

$$FDP = \frac{\frac{612 \text{ minutos}}{1.10 \text{ minutos}}}{2 \text{ unidades}}$$

$$FDP = 23.18 \text{ fardos}$$

- Personal necesario:

$$\text{Personal necesario} = \frac{\text{Meta diaria}}{\text{Fardos por persona}}$$

$$\text{Personal necesario} = \frac{255 \text{ fardos}}{23.18 \text{ fardos}}$$

$$\text{Personal necesario} = 11 \text{ personas.}$$

- Costo por paquete:

$$\text{Costo por paquete: } \frac{\text{Costo mano de obra}}{\text{Paquetes}}$$

$$\text{Costo por paquete: } \frac{4200}{12,120} = Q 0.3465$$

- Productividad

$$\text{Productividad: } \frac{\text{Paquetes}}{\text{Tiempo efectivo * numero personas}}$$

$$\text{Productividad: } \frac{12,120}{(10.2 * 14)}$$

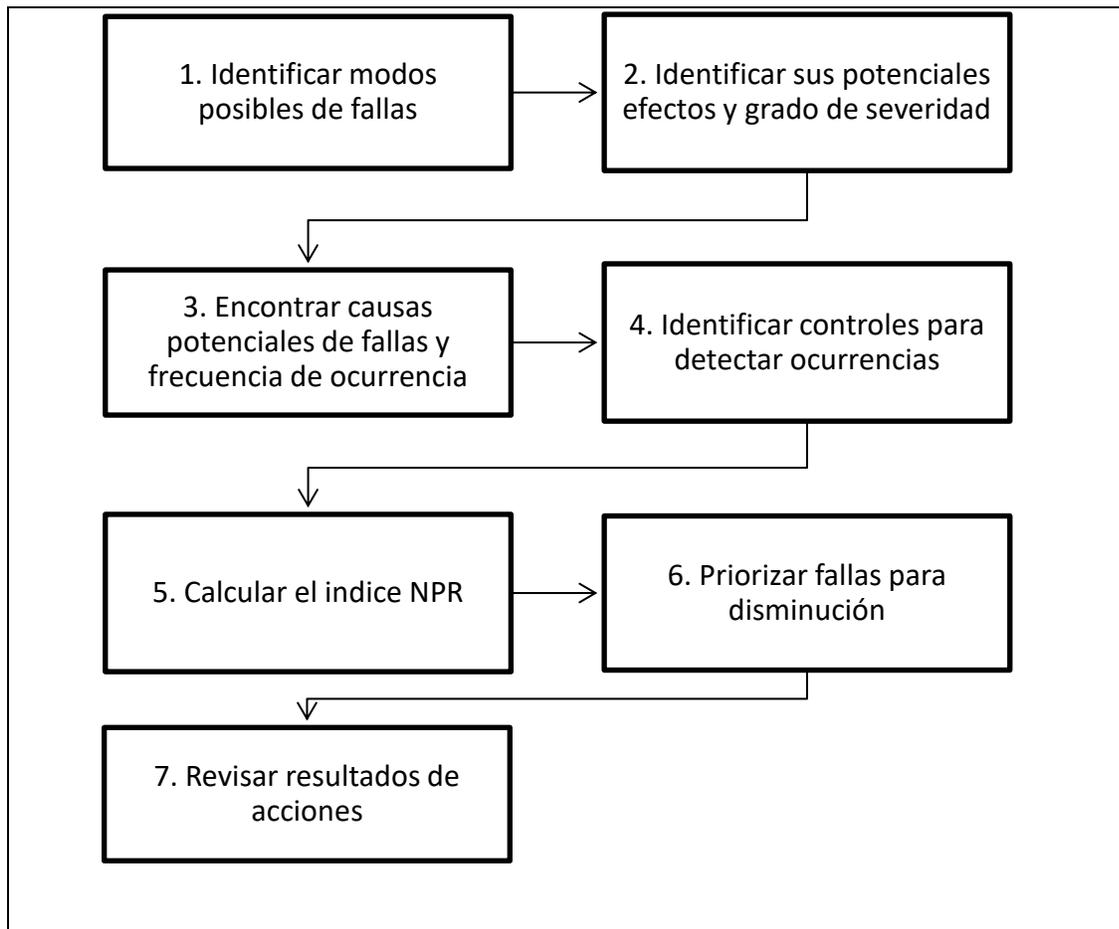
Productividad: 84.87 paquetes por hora.

2.1.3.4.3. Documentación: análisis de modo y efecto, Módulo P4500 (empacadora pastas cortas y enfardeladoras)

Las áreas enlistadas son las que tienen mayor incidencia de fallas por lo que a partir de los datos se realiza un Análisis de modo y efecto (AMEF), para identificar y evaluar el riesgo potencial en el proceso (Salazar, 2019). Los pasos para realizar el análisis AMEF son los siguientes:

Figura 32.

Esquema para realizar actividades análisis AMEF



Nota. El análisis de modo y efecto de las fallas permite identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales de un proceso o producto. Obtenido de Gutiérrez y De la Vara (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma.* (p. 408.) McGraw-Hill.

Se evalúa el proceso identificando los 3 primeros pasos del análisis AMEF. donde se cuestiona cual es el factor que puede causar una falla, si las piezas funcionan de forma intermitente, no funcionan o tienen un desgaste por horas de uso. Con base al registro históricos y análisis de Weibull se identifica la frecuencia de ocurrencia y la severidad que produce la falla en el producto o proceso. Se

identifican los métodos actuales de detección y las posibles soluciones o recomendaciones definidas. Como se observa en la tabla 48 y 49, se realiza el análisis del proceso de empaque evaluando y puntuando los modos fallas y su efecto potencial en el área, se realiza el cálculo de NPR el cuál es el producto de severidad, ocurrencia y detección, con base a este se identifica que 19 son los procesos críticos en cuanto a modos fallas siendo los valores del NPR mayores a 100 los que mayor seguimiento y monitoreo necesitan.

A continuación, se muestra la documentación respectiva del análisis de AMEF del proceso de empaque:

Tabla 48.

Análisis AMEF – proceso empaque primario

Operación:	Proceso Empaque primario	Departamento:	Manufactura
Documento:	ANÁLISIS AMEF	Analizado por:	Debbie García

Proceso para analizar	Modo potencial de falla	Efecto potencial de la falla
Transporte de producto empaque	Falla en banda transportadora de producto, paro en banda de línea continua	Paro en empacadora, producto se mezcla y es empacado, genera producto no conforme
Descarga de producto a empacadora	Falla en balanzas	Sobrepeso en el producto empacado, esto genera producto no conforme
Transporte de producto empaque	Producto de se queda en banda	Retraso, desperdicio de producto
Transporte de producto empaque	Falla motora de banda transportadora	Paro completo en empacadora
Descarga de producto a empacadora	Falla en compuertas de descarga	Paro en línea aproximado de 1 hora
Arrastres	Falla en arrastres	Paro en empacadora
Sello y corte de paquetes	Falla en resistencias	Mal sello o sello débil
Sello y corte de paquetes	Mordaza desajustada	Genera mal sello en el producto de un lado, el producto sale fácilmente
Bobina de empaque	El empaque no está bajo las especificaciones	Mal empaque del producto, producto no conforme
Sello y corte de paquetes	Proceso de sello de paquetes se interrumpe	Paro en el proceso de empaque, retraso en el proceso
Proceso de suministro de aire	Alarma de falla de aire comprimido	Paro en la línea
Mordaza de empaque	El teflón de mordaza se desgasta y se quema	No sella bien el paquete
Temperatura de mordazas	Tornillos flojos, carrito de termocupla desajustado	No sella bien el paquete
Temperatura de mordazas	Sobrecalentamiento de termocupla	Mal sello vertical, pieza metálica quemada de termocupla
Desarrollo de bobina de empaque	Los pinchadores rasgan la bobina de empaque	Empaque desgarrado, producto no conforme
Bobina de empaque	Falla de rodillos de empaque	No corre bien la bobina de empaque hacia arrastres

Hoja 1/3

Continuación de la tabla 48.

Operación:	Proceso Empaque primario	Departamento:	Manufactura
Documento:	ANÁLISIS AMEF	Analizado por:	Debbie García
Proceso para analizar	Causa principal de la falla	Controles actuales de prevención	
Transporte de producto empaque	Falla en la banda de la línea P1500, el producto se mezcla con el producto de la línea P4500	Mantenimiento en cada paro programado	
Descarga de producto a empacadora	Falla de tarjeta y sensores, se deshabilitan las balanzas	Al haber producto con sobrepeso, se debe identificar balanzas dañadas	
Transporte de producto empaque	El producto se queda en banda transportadora	No existen	
Transporte de producto empaque	Sobrecalentamiento, desgaste	Mantenimiento en cada paro programado	
Descarga de producto a empacadora	Falla en bujes, tornillos flojos.	Mantenimiento en cada paro programado	
Grupo Obturador	Tornillos quebrados de obturador, tornillos flojos	Mantenimiento en cada paro programado y mantenimiento correctivo	
Arrastres	Faja reventada, cojinetes dañados y brazo de arrastre quebrado	Las piezas se cambian al quebrarse.	
Sello y corte de paquetes	Falla por desgaste en cables de resistencias de mordazas	Se realiza mantenimiento correctivo.	
Sello y corte de paquetes	La mordaza esta desajustada y no sella correctamente	Se ajusta la mordaza cuando falla	
Bobina de empaque	La bobina de empaque tiene añadidos	Control visual	
Sello y corte de paquetes	Bandas reventadas de mordazas	Mantenimiento correctivo	
Proceso de suministro de aire	fallas en el suministro de aire comprimido, el tanque para la empacadora no este habilitado.	Alarma por falta de aire	
Mordaza de empaque	La temperatura de la mordaza desgasta el teflón	Cambio de teflón de mordaza de empaque 1 vez c/15 días o cuando se desgastan	
Temperatura de mordazas	Falta de ajuste de tornillos de carrito de termocupla	Mantenimiento correctivo	
Temperatura de mordazas	Se sobrecalienta la resistencia vertical, se llena de polvo y no genera aire para evitar sobrecalentamiento en la pieza.	Mantenimiento en cada paro.	
Bobina de empaque	Se arruina la canasta del rodillo, esto genera que la bobina no corra bien hacia los arrastres	Reporte a mantenimiento para reparación en el paro general.	

Hoja 2/3

Continuación de la tabla 48.

Operación:	Proceso Empaque primario	Departamento:	Manufactura
Documento:	ANÁLISIS AMEF	Analizado por:	Debbie García

Proceso para analizar	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
Transporte de producto empaque	7	2	5	70
Descarga de producto a empacadora	6	7	7	294
Transporte de producto empaque	1	6	6	36
Transporte de producto empaque	1	3	6	18
Descarga de producto a empacadora	1	4	6	24
Grupo Obturador	1	6	6	36
Arrastres	5	7	5	175
Sello y corte de paquetes	6	8	6	288
Sello y corte de paquetes	7	7	6	294
Bobina de empaque	5	5	6	150
Sello y corte de paquetes	6	5	7	210
Proceso de suministro de aire	2	5	5	50
Mordaza de empaque	7	7	7	343
Temperatura de mordazas	7	7	6	294
Temperatura de mordazas	6	7	6	252
Desarrollo de bobina de empaque	7	5	5	175
Bobina de empaque	6	6	5	180
Bobina de empaque	1	3	5	15

Hoja 3/3

Nota. Análisis AMEF por proceso de empaque automático. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 49.

Análisis AMEF – proceso empaque secundario

Operación:	Proceso Empaque Secundario	Departamento:	Manufactura
Documento:	ANÁLISIS AMEF	Analizado por:	Debbie García
Proceso para analizar	Modo potencial de falla	Efecto potencial de la falla	
Transporte de paquetes	Desgaste de teflón en guías	Daño al empaque del producto	
Transporte de paquetes	Falla de tarugos	Se resbalan los paquetes por banda lisa	
Sistema eléctrico de empaque	Falla de variador	Paro total de la máquina, la máquina no funciona correctamente	
Transporte de paquetes a enfardeladora	Los paquetes se quedan trabados al subir a enfardeladora	se traban los paquetes en la banda	
Formación de Fardos	Los fardos no se forman bien	Los fardos no se forman bien el producto es mascado por la mordaza y son re empacados manualmente	
Falla levas	Los fardos no se forman bien	Los fardos no se forman bien el producto es mascado por la mordaza, el producto va a reproceso y son re empacados manualmente	
Conteo de paquetes	Falla en contadoras de línea	Las paletas contadoras no forman bien los paquetes para los fardos, rompe paquetes	
Formación de Fardos	Falla de sensor	No se forman los paquetes y se traban	
Formación de Fardos	Falla en brazo de enfardeladora	Los paquetes se traban, los fardos son prensados por mordaza	
Sello y corte de fardos	El teflón se desgasta	Fardos con hoyos, Paro en horno aproximadamente 1 hora, esto retrasa la producción	
Sello y corte de fardos	Cable de resistencias dañados	No sella bien el fardo, la temperatura de la mordaza sube y baja	
Fardos hacia Bodega	Falla en sensor de banda transportadora de fardos	Los fardos no son transportados correctamente se traban en la banda	
Rechazo de producto	El producto rechazado se traba en la banda	Los fardos rechazados se traban en la orilla de la banda transportadora	
Empaque de producto	Las puertas se abren solas	Genera una condición insegura para el operador, el producto se puede contaminar	

Hoja 1/3

Continuación de la tabla 49.

Operación:	Proceso Empaque secundario	Departamento: Manufactura
Documento:	ANÁLISIS AMEF	Analizado por: Debbie García
Proceso para analizar	Causa principal de la falla	Controles actuales de prevención
Transporte de paquetes	La temperatura y la fricción del paquete desgasta las guías en la parte inferior	Cambio de teflón 1 o dos veces por semana
Transporte de paquetes	Los tarugos de las bandas se descomponen y se aflojan	Cambio de tarugos cuando fallan
Sistema eléctrico de empaque	Paro por falla por tiempo de uso	Mantenimiento correctivo
Transporte de paquetes a enfardeladora	Falta de guías en banda transportadora	Control visual, actualmente se tiene una guía provisional de un cilindro de bobina de empaque
Formación de Fardos	El material de la bobina es liso	No existen
Falla levas	No se verifica que la leva quede bien cuando se le da mantenimiento, la leva queda desalineada y los tornillos quedan flojos	Mantenimiento en cada paro general
Conteo de paquetes	Resortes se quiebran por el tiempo de uso, las paletas contadoras están flojas, levas del obturador están gastadas, tornillos flojos y gastados	Control visual
Formación de Fardos	falta de aire comprimido tanque no está habilitado, falla de sensor	Control visual
Formación de Fardos	Los sensores se quiebran, la pieza se desgasta	Control visual
Sello y corte de fardos	El teflón se desgasta rápido, cambios constantes de teflón en la mordaza	Control visual
Sello y corte de fardos	Los cables de las resistencias están dañados no han sido cambiados	Reporte a mantenimiento para reparación en el paro general.
Fardos hacia Bodega	El sensor esta floja y no se sincroniza bien la banda que levanta fardos	No existen
Rechazo de producto	La mesa diseñada para producto rechazado es más alta que la banda transportadora	No existen
Empaque de producto	Las puertas están desajustadas	No existen

Hoja 2/3

Continuación de la tabla 49.

Operación:	Proceso Empaque Secundario	Departamento:	Manufactura	
Documento:	ANÁLISIS AMEF	Analizado por:	Debbie García	
Proceso para analizar	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
Transporte de paquetes	1	3	5	15
Transporte de paquetes	1	7	5	35
Sistema eléctrico de empaque	1	4	6	24
Transporte de paquetes a enfardeladora	2	7	4	56
Formación de Fardos	6	7	7	294
Falla levas	6	7	7	294
Conteo de paquetes	6	7	7	294
Formación de Fardos	6	6	7	252
Formación de Fardos	7	6	7	294
Sello y corte de fardos	8	7	7	392
Sello y corte de fardos	8	7	7	392
Fardos hacia Bodega	6	5	5	150
Rechazo de producto	3	5	5	75
Empaque de producto	1	5	5	25

Hoja 3/3

Nota. Resumen de análisis AMEF del área de Empaque. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.4. Instructivo de operación registro de fallas y control (empacadora y enfardeladoras)

A continuación, se muestra el instructivo de registro de fallas y control de estas, con base a los análisis estadísticos se documenta el área de Empaque y el proceso de reporte de fallas en la sección 2.2.

Figura 33.

Instructivo control de fallas y detección



Continuación de la figura 33.

Operación	Detección de fallas	Departamento	Manufactura
Documento	Instructivo detección fallas	Analizado por	Debbie García

INDICE		
	Objetivos, alcance y lineamientos generales	1
	Distribución de área	2
	Flujograma del proceso	3
	Generalidades del proceso	4
	Áreas de trabajo	5
	Recomendaciones empaque primario de producto	6
	Recomendaciones empaque secundario de producto	7
	Formato de comunicación de fallas	8
	Formato de seguimiento – mejoras propuestas	9

Continuación de la figura 33.

Operación: Detección de fallas	Departamento: Manufactura
Documento: Instructivo detección fallas	Analizado por: Debbie García

	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Establecer los procedimientos a ejecutar para el reporte de fallas <p>Alcance:</p> <ul style="list-style-type: none">• El siguiente instructivo es esta dirigido al área de Manufactura donde se ejecuten procesos de empaque y reporte de fallas, el reporte de fallas con base al estándar es responsabilidad del operador de línea y la ejecución del área de Mantenimiento. <p>Lineamientos Generales:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Mantener limpio y ordenado áreas para evitar contaminación de producto○ Rechazar producto que entre en contacto con tinta, colocar en bolsa celeste○ Verificar sello de paquete constantemente○ Verificar cada hora codificación○ Utilizar equipo de protección personal en todo momento○ Si observa fallos constantes reportar a mecánico de turno○ Evitar puntos en movimiento y calientes de maquinaria.
--	---

1

Continuación de la figura 33.

Operación: Detección de fallas

Departamento: Manufactura

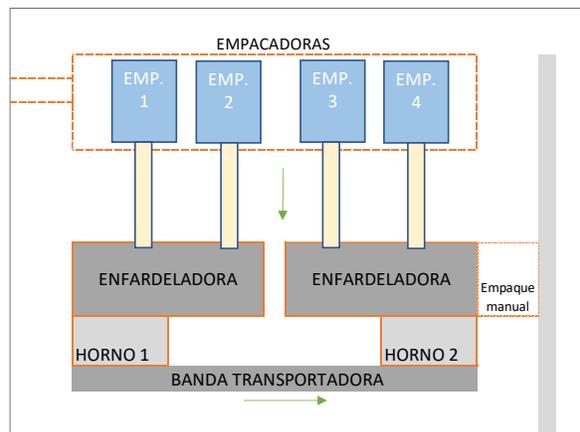
Documento: Instructivo detección fallas

Analizado por: Debbie García

DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE EMPAQUE Y FORMADO DE FARDOS

El proceso de empaque abarca desde el llenado del silo de producto, descarga de este y su posterior empaque tanto primario y secundario. En el siguiente diagrama se muestra la ubicación del área de Empaque, incluyendo las enfardeladoras y los hornos.

El proceso puede ser aplicado para la línea de empaque donde aplique. Para fines de este instructivo se utiliza la línea de mayor producción.

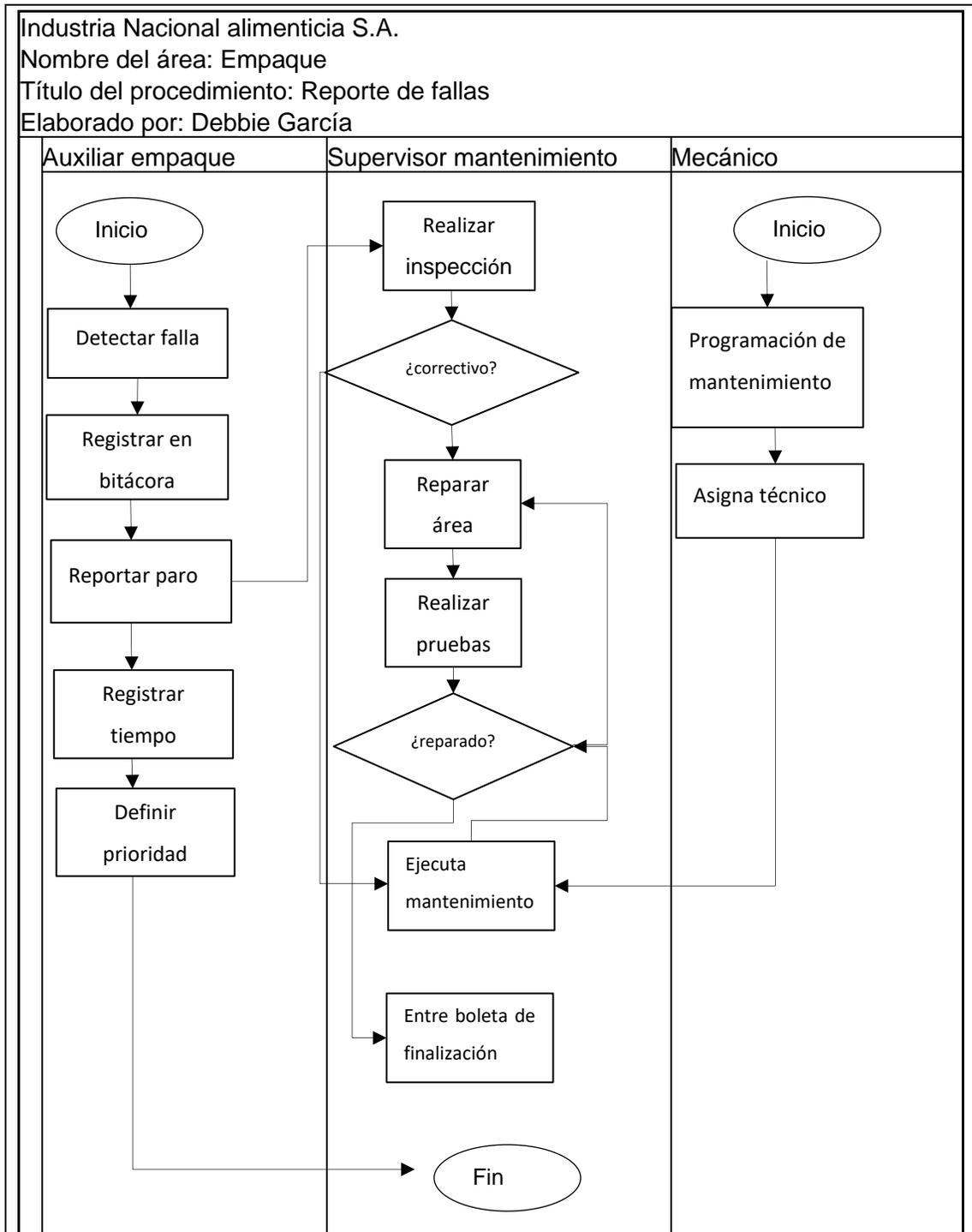


Continuación de la figura 33.

descripción del procedimiento			
Nombre del área: Empaque			
Título del procedimiento: Reporte de fallas			
Hoja No. 1 de 1			No de formas:
Inicia:	área de Empaque		Termina: Almacenaje de producto terminado
área	Responsable	No	Actividad
empaque	Operador	1	Detecta falla en línea de empaque
empaque	Operador	2	registra falla en bitácora
	Operador	3	¿Mantenimiento correctivo? reporta al área de Mantenimiento
Mantenimiento	mecánico	4	Repara área reportada
empaque	Operador	5	realiza pruebas de empaque
empaque	Operador	6	Registra tiempo, tipo de falla ocurrida.
empaque	Operador	7	Sino es correctivo define prioridad de seguimiento: alta, media y baja.
Mantenimiento	Supervisor mantenimiento	8	¿Mantenimiento preventivo?
Mantenimiento	Supervisor mantenimiento	9	Recolecta paros reportados (clasificados por prioridad alta, media y baja)
Mantenimiento	Supervisor mantenimiento	10	Define plan de acción y programación de mantenimiento
Mantenimiento	Supervisor mantenimiento	11	Asigna técnicos para mantenimiento preventivo
Mantenimiento	mecánico	12	Ejecuta mantenimiento
Mantenimiento	mecánico	13	Verifica funcionamiento de equipos
Mantenimiento	mecánico	14	Llena boleta de mantenimiento para entre de equipo
Mantenimiento	mecánico	15	Entrega de reporte de mantenimiento preventivo

3

Continuación de la figura 33.



Continuación de la figura 33.

Operación: Detección de fallas	Departamento: Manufactura
Documento: Instructivo detección fallas	Analizado por: Debbie García

Generalidades del proceso:

El proceso de empaque es la última fase para la preparación del producto final, este consta del empaque primario, este varía según presentación y marca, posterior el empaque secundario será el proceso de armado de fardos el cual es preparado para su posterior almacenaje y entrega al cliente final.

El proceso inicia con el llamado a equipos auxiliares, programación de parámetros según receta y posterior se comienza a vaciar el silo de empaque con el producto.

El producto recorre el grupo formador del paquete, este a su vez esta sincronizado con la bobina de empaque, según el peso este es llenado de producto y es sellado tanto transversal y longitudinal. Al ser empacado es trasladado al área de Enfardelado.

En el área de Enfardelado los paquetes son contados y formados para realizar camas según la marca y presentación, posterior son empacados con plástico termoencogible y este es trasladado hacia los hornos.

Los hornos son programados para terminar el proceso de empaque secundario, posterior son trasladados hacia el punto de control donde se detecta si hay algún material metálico en el fardo. Finalizando el proceso este es trasladado a través de una banda transportadora hacia la bodega de producto final.

4

Continuación de la figura 33.

ÁREAS DE TRABAJO

Transporte de productc



Balanza de



Formación deuetes



Formados de Fardos



Sellado de fardos



Hornos y sellado final



Continuación de la figura 33.

RECOMENDACIONES - EMPAQUE PRIMARIO DE PRODUCTO		
Descripción del proceso	Recomendación	Encargado
Producto es transportado a tolva	Mantenimiento preventivo c/3 días	Mantenimiento
Producto es descargado a empacadora por medio de balanzas	Mantenimiento preventivo c/3 días	Mantenimiento
Producto es transportado a empacadora	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Producto es transportado a empacadora	Mantenimiento preventivo c/15 días	
Producto es descargado a empacadora	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Producto pasa por Obturador	Mantenimiento preventivo c/15 días	
Producto comienza a empacarse	Mantenimiento preventivo c/3 días	Mantenimiento
Sello longitudinal, inferior y superior.	Mantenimiento preventivo c/30 días	Mantenimiento
Sello longitudinal, inferior y superior.	Mantenimiento preventivo c/30 días	
Material de bobina de empaque	Mantenimiento preventivo c/15 días	Operador
Sello longitudinal, inferior y superior.	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Aire comprimido	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Sello longitudinal, inferior y superior.	Mantenimiento preventivo c/30 días	Mantenimiento
Termocupla de mordazas	Mantenimiento preventivo c/3 días	Operador
Termocupla de mordazas	Mantenimiento preventivo c/3 días	Operador
Material de bobina de empaque	Colocación de tarugos y revisión por semana	Mantenimiento
Proceso de desarrollo de bobina de empaque	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento

Continuación de la figura 33.

RECOMENDACIONES EMPAQUE SECUNDARIO DE PRODUCTO			
Proceso	Descripción del proceso	Recomendación	Encargado
Transporte de paquetes	Desgaste de teflón en guías	Mantenimiento preventivo c/3 días	Mantenimiento
Transporte de paquetes	Falla de tarugos	Mantenimiento preventivo c/3 días	Mantenimiento
Sistema eléctrico de empaque	Falla de variador	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Transporte de paquetes a enfardeladora	Los paquetes se quedan trabados al subir a enfardeladora	Mantenimiento preventivo c/3 días	
Formación de Fardos	Los fardos no se forman bien	Mantenimiento preventivo c/8 días	Mantenimiento
Falla levas	Los fardos no se forman bien		
Conteo de paquetes	Falla en contadoras de línea	Revisión de forma diaria y mantenimiento preventivo semanal	Operador, Mantenimiento
Formación de Fardos	Falla de sensor	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Formación de Fardos	Falla en brazo de enfardeladora	Mantenimiento preventivo c/15 días	
Sello y corte de fardos	El teflón se desgasta	Mantenimiento preventivo semanal	Operador
Sello y corte de fardos	Cable de resistencias dañados	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Fardos hacia Bodega	Falla en sensor de banda transportadora de fardos	Mantenimiento preventivo c/15 días	Mantenimiento
Rechazo de producto	El producto rechazado se traba en la banda	Mantenimiento preventivo c/30 días	Mantenimiento
Empaque de producto	Las puertas se abren solas	Reparación y mantenimiento cada 30 días	Operador

Continuación de la figura 33.

FORMATOS DE COMUNICACIÓN DE FALLAS			
<p>Para la comunicación de fallas y su comunicación, a continuación, se muestra el reporte:</p>			
Prioridad falla:	ALTA	MEDIA	BAJA
Operador	Falla Empaque	Código falla	Prioridad falla

- Las fallas con prioridad alta serán aquellas que su modo falla es alto y afectan directamente al producto provocando productos no conformes tales como: paquetes mal sellados, rasgados o con sobre peso, así mismo pueden provocar un paro extenso en la línea y necesita un mantenimiento correctivo.
- Las fallas con prioridad media serán aquellas que su modo falla es medio y afectan en bajo porcentaje al producto final, así mismo provoca desperdicio de material y reproceso de producto. Estas fallas pueden provocarse varias veces al día sin provocar paros extensos.
- Las fallas con prioridad baja serán aquellas que su modo falla es bajo, provocan un bajo porcentaje de desperdicio de material y reproceso de producto, estas se dan de forma intermitente durante la semana y necesitan un seguimiento en los mantenimientos preventivos programados

Continuación de la figura 33.

FORMATO DE SEGUIMIENTO		
Proceso	Acciones recomendadas	Responsable
Descarga producto	Revisar balanzas de la 1-20, mantenimiento mensual, ajuste de tornillos y limpieza	Mantenimiento
Arrastres	Evaluar un proveedor más confiable en cuanto calidad del producto	Mantenimiento, jefe Empaque
Sello y corte de paquetes	Revisar resistencia por cada 500 horas de uso	Mantenimiento, Operador
Sello y corte de paquetes	Revisar tornillos flojos cada semana y realizar ajuste de mordaza	Mantenimiento
Bobina de empaque	Evaluar la calidad del material de empaque	jefe de Empaque
Sello y corte de paquetes	evaluar la calidad de las bandas y materiales actuales	Mantenimiento
Mordaza de empaque	Fabricar barras ateflonadas para evitar el cambio constante de teflón	Mantenimiento
Temperatura de mordazas	Ajuste frecuente de piezas	Mantenimiento
Temperatura de mordazas	Aplicar mantenimiento preventivo	Mantenimiento
Bobina	Cambio semanal o cada 15 días	Mantenimiento
Bobina de empaque	Inspeccionar material de empaque y aumentar la capacidad de la bobina de 25 a 30 kilos para evitar el cambio frecuente.	Jefe de Empaque
Falla levas	Verificar el funcionamiento al realizar un mantenimiento preventivo	Mantenimiento, Operador
Conteo paquete	Aplicar mantenimiento preventivo	Mantenimiento
Formación de Fardos	Revisión de forma semanal y habilitar tanque de aire comprimido	Mantenimiento
Formación de Fardos	Evaluar un proveedor más confiable en cuanto calidad del producto	Mantenimiento
Sello y corte de fardos	Fabricar barras ateflonadas para evitar el cambio constante de teflón	Mantenimiento
Sello y corte de fardos	Revisar resistencia por cada 500 horas de uso	Mantenimiento
Fardos hacia Bodega	Fabricar estructura para Sensor	Mantenimiento

9

Nota. Manual de procedimientos para reporte de fallas. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.5. Documentación de parámetros de operación

Para establecer un estándar en cuanto a programación de temperaturas se elabora el siguiente documento:

Figura 34.

Guía parámetros de operación temperaturas de empaque

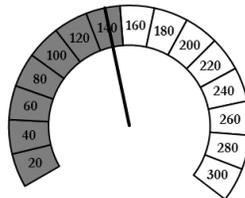


Continuación de la figura 34.

Operación: Empaque de producto Estándar de parámetros de	Departamento: Manufactura Debbie
Documento: operación	Analizado por: García

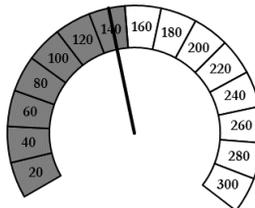
EMPACADORA R

Temperatura mordaza superior
140°



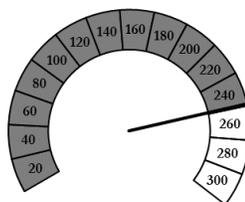
TEMP [C°] 140

Temperatura mordaza inferior
140°



TEMP [C°] 140

Temperatura mordaza Longitudinal
250°



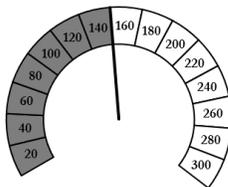
TEMP [C°] 250

Continuación de la figura 34.

Operación: Empaque de producto	Departamento: Manufactura
Estándar de parámetros de	Debbie
Documento: operación	Analizado por: García

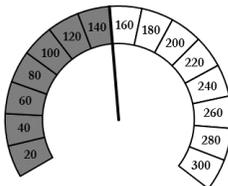
EMPACADORA Q

Temperatura mordaza superior
150°



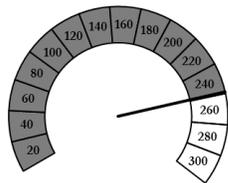
TEMP [C°] 150

Temperatura mordaza inferior
150°



TEMP [C°] 150

Temperatura mordaza Longitudinal
250°



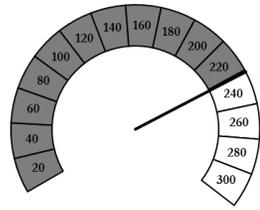
TEMP [C°] 250

Continuación de la figura 34.

Operación: Empaque de producto Estándar de parámetros de	Departamento: Manufactura Debbie
Documento: operación	Analizado por: García

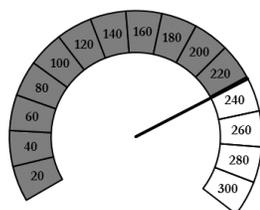
HORNOS

Temperatura Horno 1 - 230°



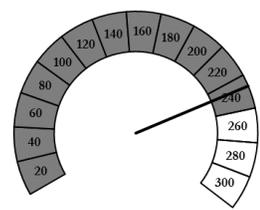
TEMP [C°] 230

Temperatura Horno 2 - 230°



TEMP [C°] 230

Temperatura Mordaza Enfardeladora- 235°



TEMP [C°] 235

Nota. Guía estándar de temperaturas de mordaza. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2. Propuestas para el proceso de empaque de especialidades

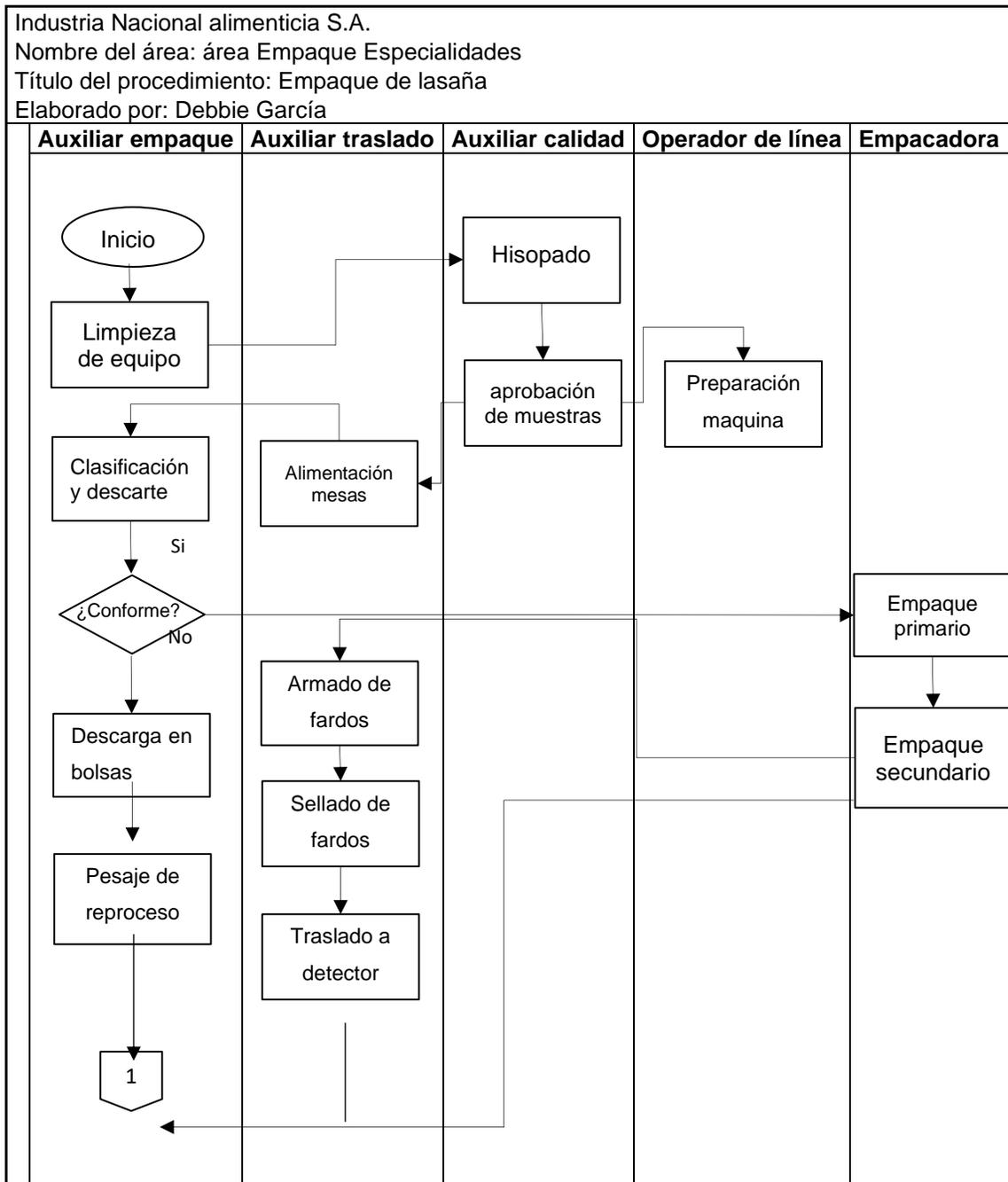
Se realiza la siguiente documentación con base a los tiempos estándar y metas definidas:

Figura 35.

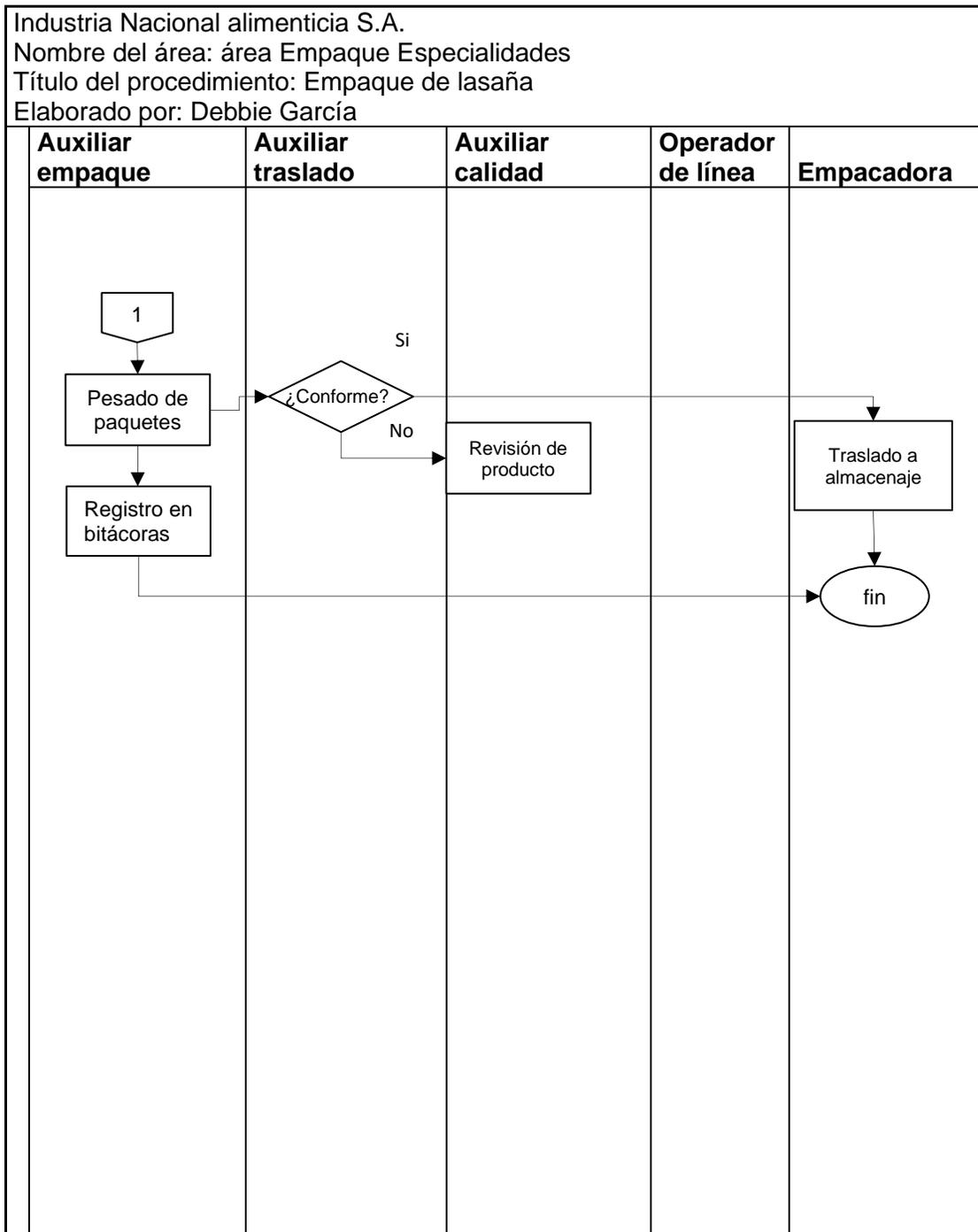
Procedimiento de empaque de especialidades

descripción del procedimiento			
Nombre del área: Especialidades			
Título del procedimiento: Empaque de lasaña			
Hoja No. 1 de 1			No de formas:
Inicia:	área de Empaque		Termina: Almacenaje de producto terminado
área	Responsable	No.	Actividad
área de Empaque	Auxiliar de empaque	1	Limpieza de equipo y mesas de trabajo
área de Calidad	Auxiliar de calidad	2	Hisopado de superficies
	Auxiliar de calidad	3	aprobación de muestras
área de Empaque	Operador de línea	4	Encendido de máquinas y registro de parámetros
	Auxiliar de traslado y alimentación	5	Alimenta mesas de trabajo con producto a granel
	Auxiliar clasificado	6	Clasifica y descarta producto
	Auxiliar de empaque	7	Coloca paquetes en banda transportadora
	Empacadora	8	Empaque primario de lasaña
	Encartonadora	9	Empaque secundario de lasaña
	Auxiliar de empaque	10	Armado de fardos (24 unidades)
	Selladora	11	Sello de fardos en parte inferior y superior
	Auxiliar de traslado y alimentación	12	Traslado de fardos a detector de metales
	Banda transportadora	13	Transporte hacia almacenaje
	Auxiliar de traslado y alimentación	14	Pesado de paquetes (muestreo)
	Auxiliar de traslado y alimentación	15	Registro de pesos en bitácora diaria

Continuación de la figura 35.



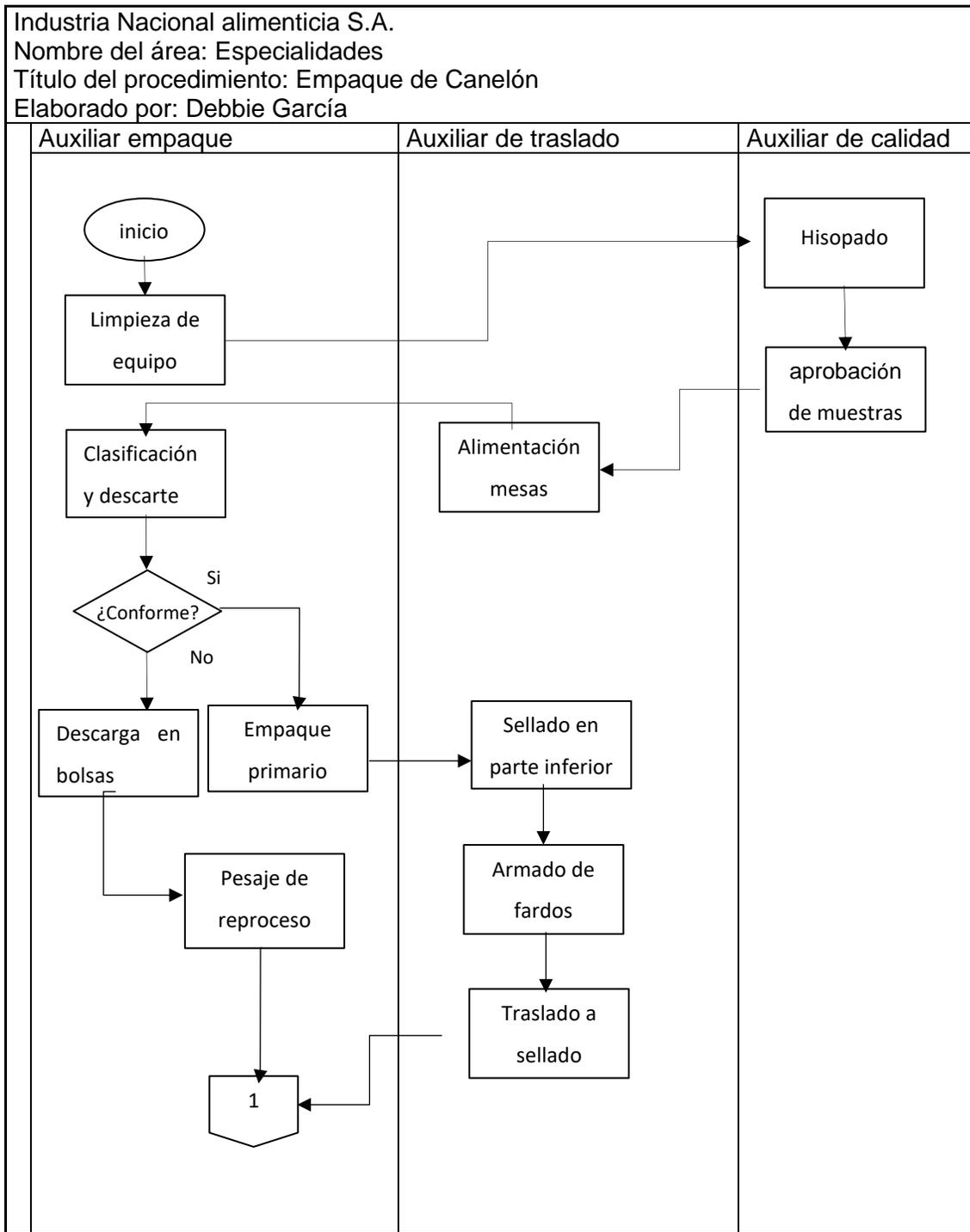
Continuación de la figura 35.



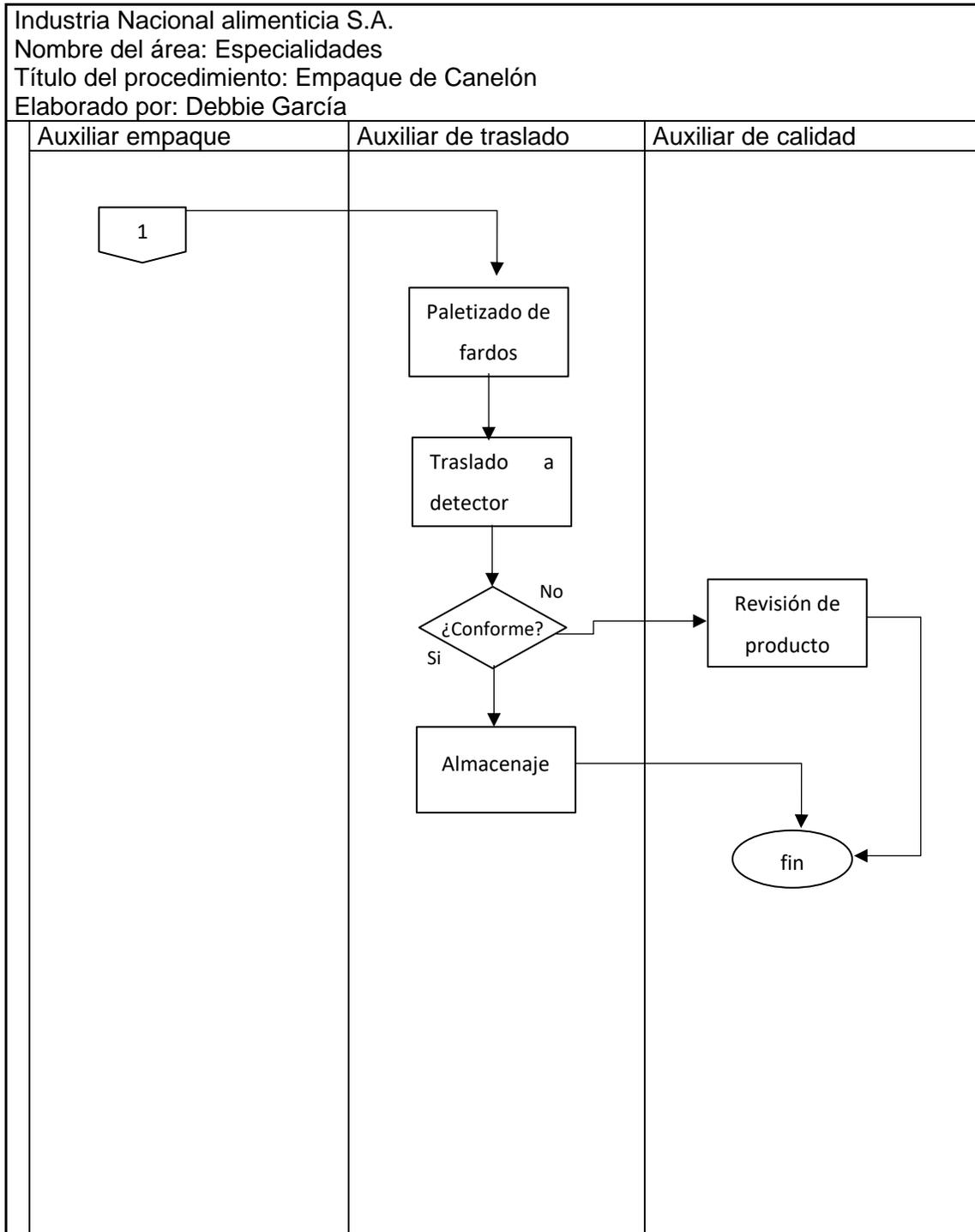
Continuación de la figura 35.

descripción del procedimiento			
Nombre del área: Especialidades			
Título del procedimiento: Empaque de lasaña			
Hoja No. 2 de 2			No de formas:
Inicia:	área de Empaque		Termina: Almacenaje de producto terminado
área	Responsable	No.	Actividad
área de Empaque	Auxiliar de empaque	1	Limpieza de equipo y mesas de trabajo
área de Calidad	Auxiliar de calidad	2	Hisopado de superficies
	Auxiliar de calidad	3	aprobación de muestras
área de Empaque	Auxiliar de empaque	4	Prepara área de Empaque
	Auxiliar de traslado y alimentación	5	Alimenta mesas de trabajo con producto a granel
	Auxiliar clasificado	6	Clasifica y descarta producto
	Auxiliar clasificado	7	Producto no conforme se descarta
	Auxiliar de traslado y alimentación	8	Se pesa producto para reproceso
	Auxiliar de traslado y alimentación	9	Se registra el total de producto para reproceso
	Auxiliar de empaque	10	Empaque primario de Canelón (armado de paquetes)
	Auxiliar de empaque	11	Sella caja en parte superior
	Auxiliar de empaque	12	Pesado de paquetes (muestreo)
	Auxiliar de empaque	13	Registro de pesos en bitácora diaria
	Auxiliar de empaque	14	Arma fardos (24 unidades)
	Auxiliar de traslado y alimentación	15	Traslada fardos a selladora
	Auxiliar de traslado y alimentación	16	Paletiza fardos terminados
	Auxiliar de traslado y alimentación	17	Traslada pallet de fardos hacia detector de metales
	Maquina		18

Continuación de la figura 35.



Continuación de la figura 35.



Continuación de la figura 35.

Industria Nacional alimenticia S.A.	
Nombre del área: Especialidades	
Título del procedimiento: No conformidades de producto	
Elaborado por: Debbie García	
Hoja de proceso estandarizado	
No conformidades	Características
Agrietado	El producto pierde humedad durante el proceso productivo y este se agrieta, provocando no conformidades en el producto final.
Deforme	Producto que no cumple visualmente con la forma estándar de la figura.
Mala apariencia	Es todo producto que está manchado o diferente color, donde estas características no son conformes al estándar del producto.
Producto húmedo	Producto con mayor porcentaje de humedad, para esto se toman muestras y se analizan en laboratorio para determinar que la humedad sea la correcta.
Quebrado (pazol)	Producto quebrado, causa será por golpes directos al salir de la línea de producción.
Producto mezclado	Es todo producto que se mezcla con figuras diferentes, suele ocurrir más en figuras de pasta corta y no en especialidades.
Producto que cae al piso	Todo producto que toque la superficie del piso será clasificado en bolsa azul para consumo animal.
Producto para reproceso	Será todo producto que se considere como No Conforme exceptuando producto para consumo animal, este se almacenará en bolsas transparentes.
Deforme	Agrietado
	

Nota. Figura presenta procedimientos de empaques definidos. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.1. Propuesta de control de piezas sueltas en las áreas de trabajo y mejoras propuestas en los espacios

Con base al diagnóstico de clasificación se procede a realizar el plan para eliminar aquellos objetos que son desperdicios en las áreas de trabajo. Para establecer el plan de acción se realiza la siguiente ficha:

Tabla 50.

Registro para eliminación de objetos

Nombre del objeto	Plan de eliminación de objetos		Destino o acciones
	Ubicación	Área	

Nota. Tabla para realizar el registro de eliminación de objetos innecesarios. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con base a la tabla 50 se ejecuta el plan de eliminación de aquellos objetos que afectan el espacio de trabajo. El proceso de clasificación es el reordenamiento de aquellos objetos identificados. Por lo tanto, se realiza la documentación respectiva para tener una mejora continua en el proceso.

2.2.2. Procedimientos estándar de limpieza especialidades

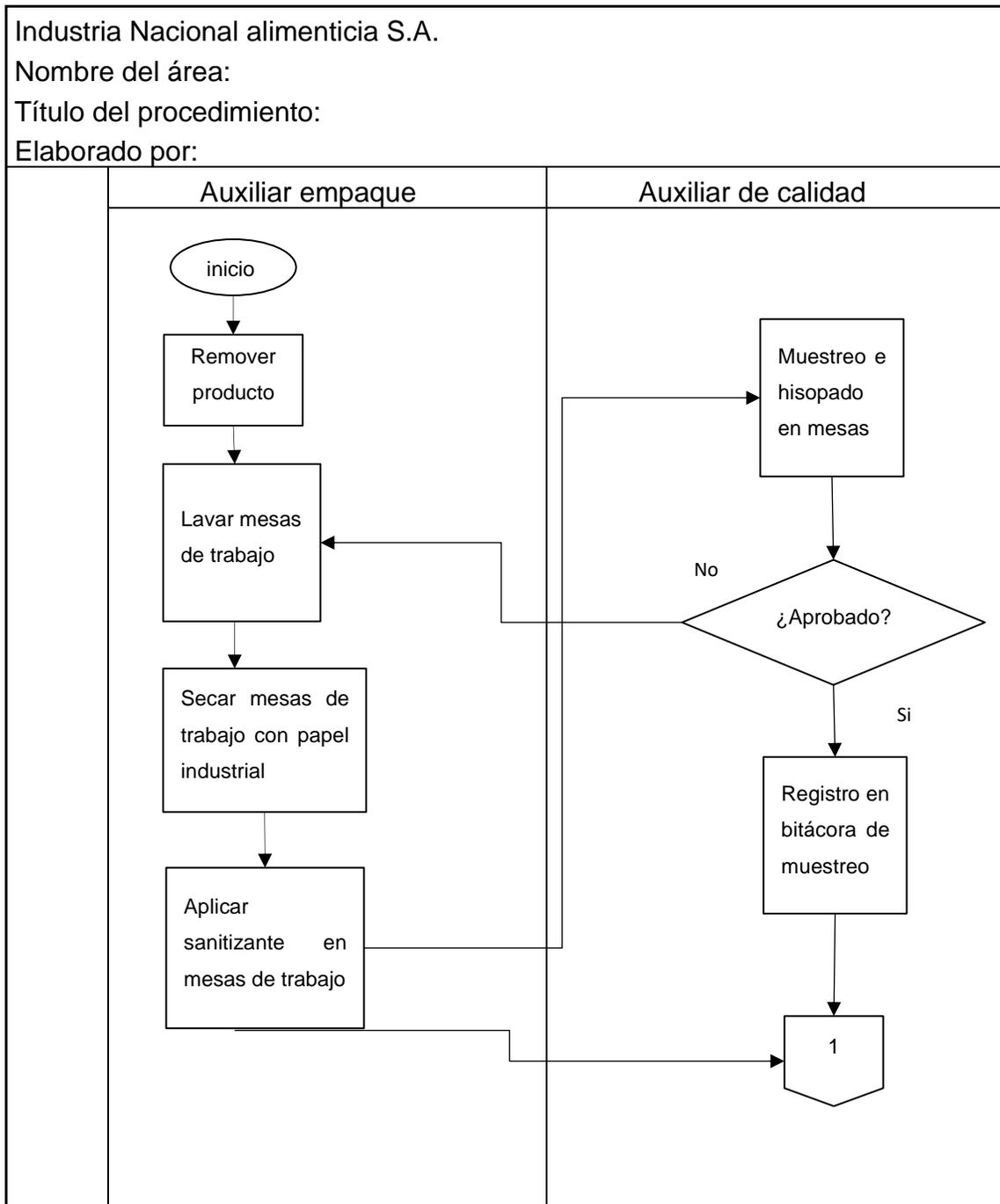
Se realiza el siguiente instructivo para establecer el estándar de limpieza en el área de Especialidades:

Figura 36.

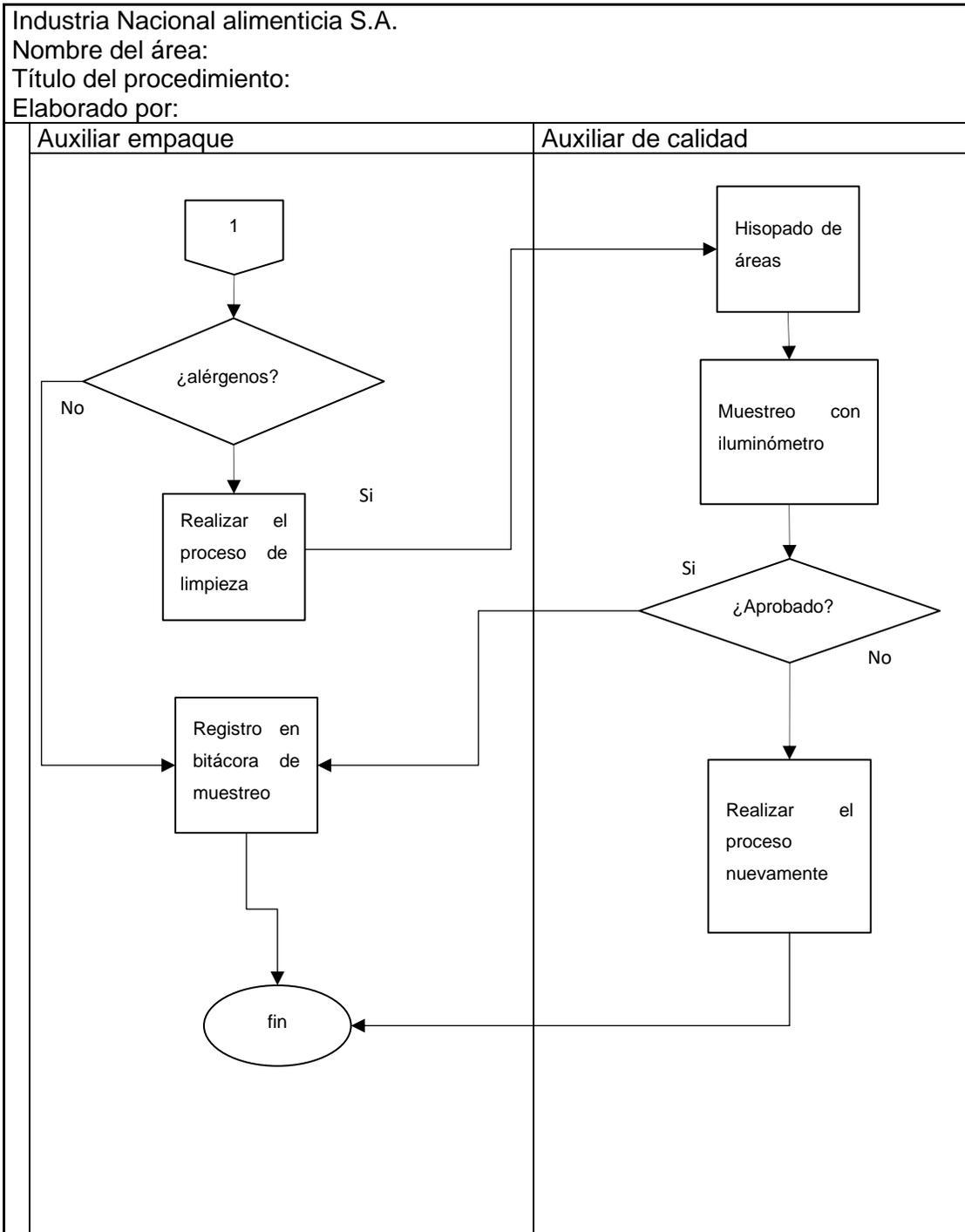
Procedimiento de limpieza

Descripción del procedimiento			
Nombre del área: Especialidades			
Título del procedimiento: Limpieza de mesas de trabajo			
Hoja No. 1 de 3			No de formas:
Inicia:	área de Empaque		Termina: área de Empaque
área	Responsable	Paso No.	Actividad
Empaque	Auxiliar de empaque	1	Remover todo el producto que se encuentre sobre la mesa de trabajo.
	Auxiliar de empaque	2	Lavar mesa y barandas con esponja de fibra utilizando detergente desengrasante.
	Auxiliar de empaque	3	Secar la superficie de la mesa con papel industrial.
	Auxiliar de empaque	4	Aplicar sanitizante a mesa de trabajo.
	Auxiliar de empaque	5	Revisar visualmente el área y registrar la limpieza en bitácora
Calidad	Auxiliar de calidad	6	Muestreo e hisopado del área con contacto directo del producto
	Auxiliar de calidad	7	Aprobación y reprobación del área
Empaque	Supervisor de manufactura	8	En caso de reprobar el área más de tres veces evaluar el método de limpieza establecido
	Auxiliar de empaque	9	Productos alérgenos, al finalizar el empaque se realiza limpieza
Calidad	Auxiliar de calidad	10	Revisión visual, hisopado para detección de alérgenos
	Auxiliar de calidad	11	Muestreo con iluminómetro – Registro con iluminómetro digital.
	Auxiliar de calidad	12	En caso de que el muestreo con hisopos para detección de alérgenos sea no aceptable, debe limpiarse nuevamente hasta que no se detecten alérgenos.
	Auxiliar de calidad	13	Revisión visual y revisión del llenado del registro
Empaque	Auxiliar de empaque	14	Por ser un proceso de fabricación continuo la verificación pre y post operacional pueden ser una misma y éstas quedan anotadas en el registro.

Continuación de la figura 36.



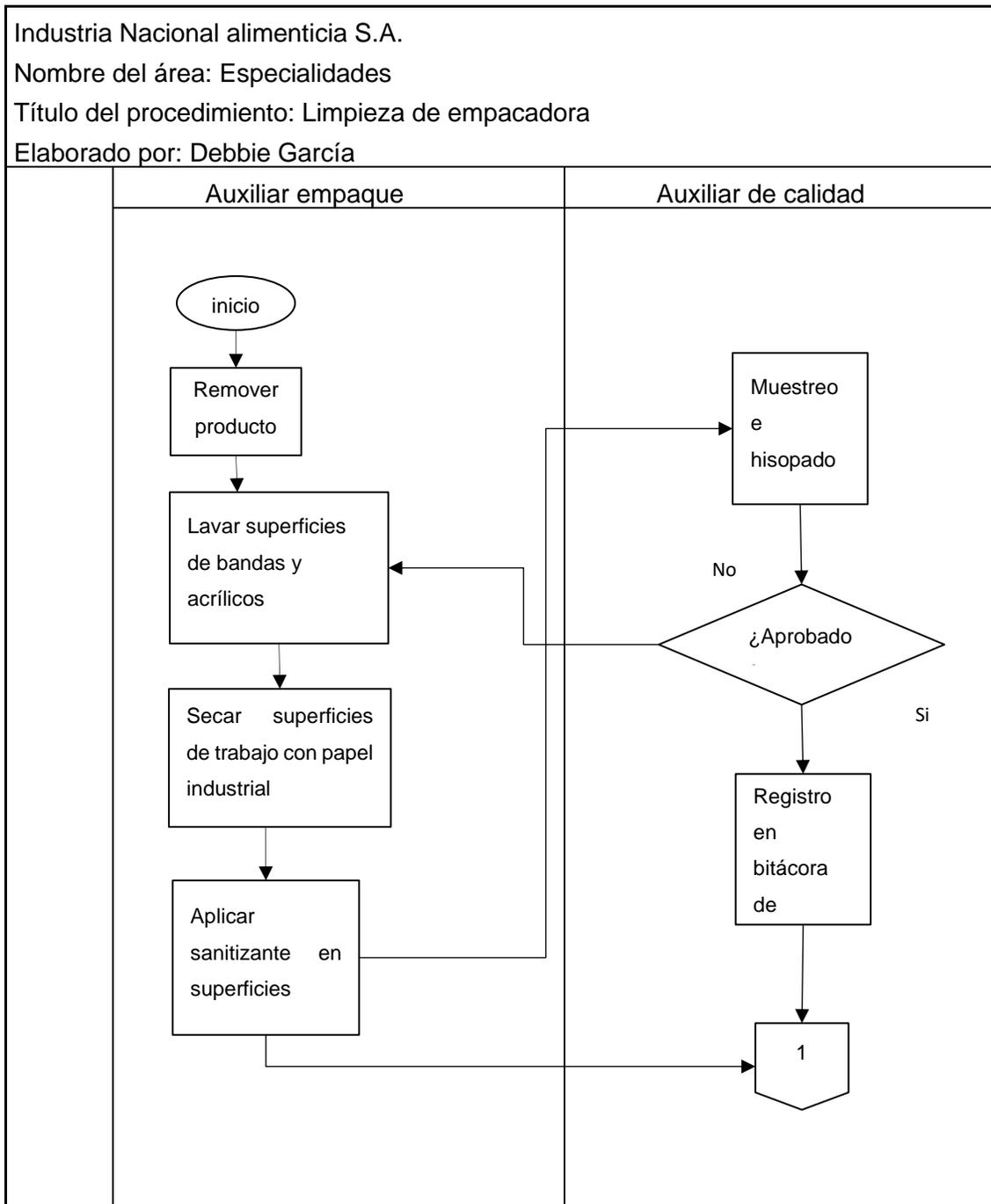
Continuación de la figura 36.



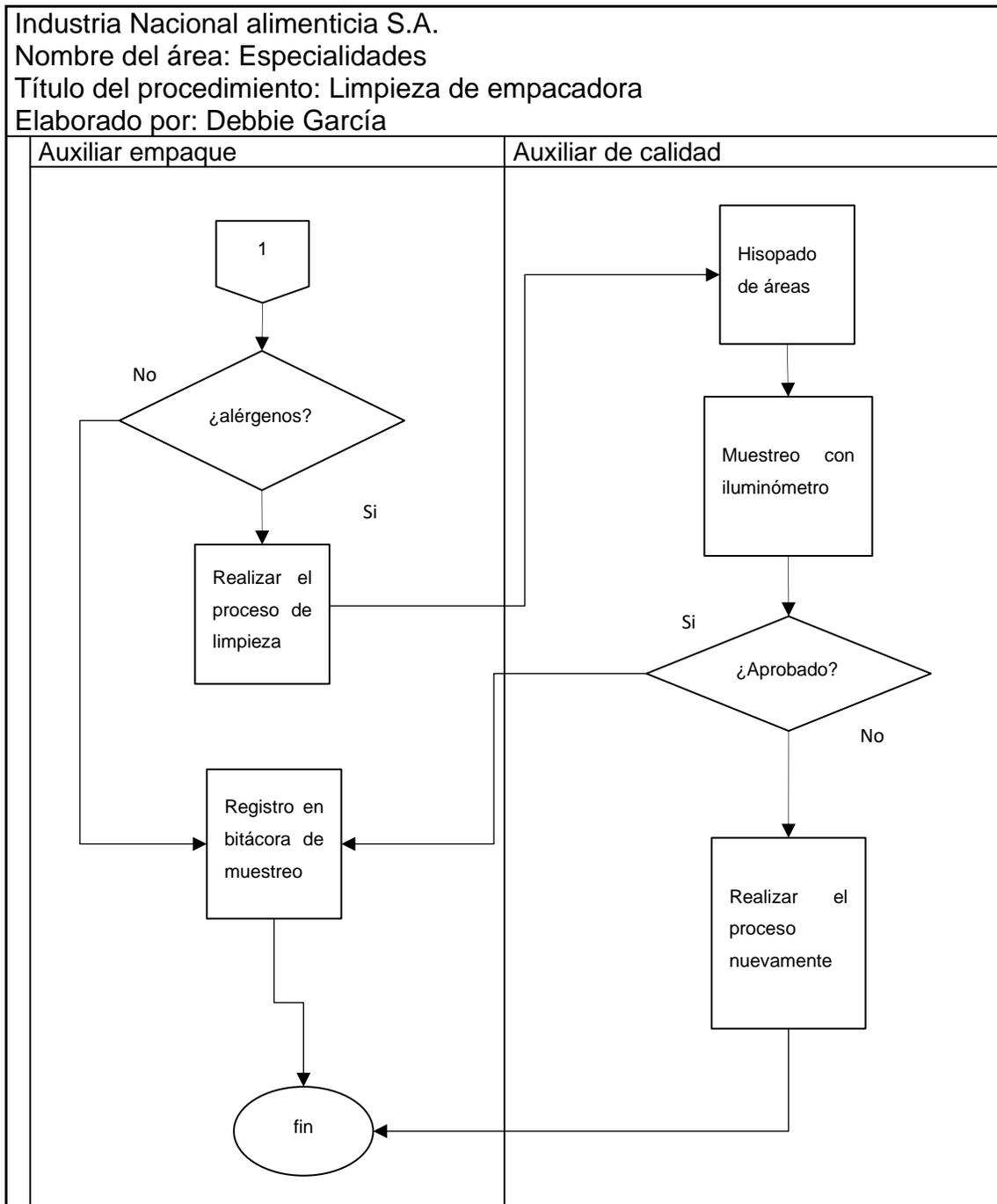
Continuación de la figura 36.

Descripción del procedimiento			
Nombre del área: Especialidades			
Título del procedimiento: Limpieza de empacadora			
Hoja No. 2 de 2			No de formas:
Inicia:	área de Empaque		Termina: área de Empaque
área	Responsable	Paso No.	Actividad
Empaque	Auxiliar de empaque	1	Remover todo el producto que se encuentre sobre las empacadoras.
	Auxiliar de empaque	2	Lavar bandas transportadoras y vitrinas con esponja de fibra utilizando detergente desengrasante.
	Auxiliar de empaque	3	Secar las superficies con papel industrial.
	Auxiliar de empaque	4	Aplicar sanitizante a superficies.
	Auxiliar de empaque	5	Revisar visualmente el área y registrar la limpieza en bitácora
Calidad	Auxiliar de calidad	6	Muestreo e hisopado del área con contacto directo del producto
	Auxiliar de calidad	7	Aprobación y reprobación del área
Empaque	Supervisor de manufactura	8	En caso de reprobar el área más de tres veces evaluar el método de limpieza establecido
	Auxiliar de empaque	9	Productos alérgenos, al finalizar el empaque se realiza limpieza
Calidad	Auxiliar de calidad	10	Revisión visual, hisopado para detección de alérgenos
	Auxiliar de calidad	11	Muestreo con iluminómetro – Registro con Iluminómetro digital.
	Auxiliar de calidad	12	En caso de que el muestreo con hisopos para detección de alérgenos sea no aceptable, debe limpiarse nuevamente hasta que no se detecten alérgenos.
	Auxiliar de calidad	13	Revisión visual y revisión del llenado del registro

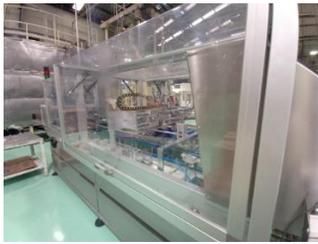
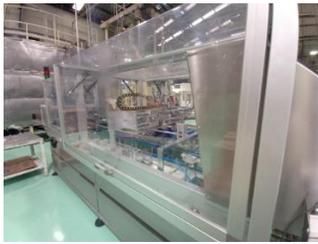
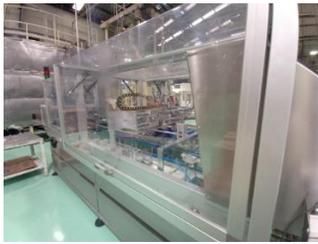
Continuación de la figura 36.



Continuación de la figura 36.



Continuación de la figura 36.

<p>Industria Nacional alimenticia S.A. Nombre del área: Especialidades Título del procedimiento: Limpieza de empacadora Elaborado por: Debbie García</p>											
<p>Estándar de limpieza – mesas de trabajo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estado Inicial</th> <th>Ejecución de limpieza</th> <th>Estado final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p> </td> </tr> </tbody> </table>			Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final				<p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p>		
Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final									
											
<p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p>											
<p>Estándar de limpieza – mesas de trabajo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estado Inicial</th> <th>Ejecución de limpieza</th> <th>Estado final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p> </td> </tr> </tbody> </table>			Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final				<p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p>		
Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final									
											
<p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p>											
<p>Estándar de limpieza – Encartonadora</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estado Inicial</th> <th>Ejecución de limpieza</th> <th>Estado final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p> </td> </tr> </tbody> </table>			Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final				<p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p>		
Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final									
											
<p>Frecuencia: Antes de iniciar producción</p>											

Continuación de la figura 36.

Industria Nacional alimenticia S.A. Nombre del área: Especialidades Título del procedimiento: Limpieza de empaadora Elaborado por: Debbie García																																
Estándar de limpieza – Encartonadora																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estado Inicial</th> <th>Ejecución de limpieza</th> <th>Estado final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> Frecuencia: Antes de iniciar producción </td> </tr> </tbody> </table>	Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final				Frecuencia: Antes de iniciar producción			<p align="center">Utensilios de limpieza</p> <hr/> <p align="center">Código de colores- Utensilios de limpieza</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Color</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rojo</td> <td>Superficies en no contacto con el producto, pisos y paredes</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>Superficies de maquinaria y equipo, en contacto directo o indirecto con producto</td> </tr> <tr> <td>Naranja</td> <td>Alérgenos</td> </tr> <tr> <td>Azul</td> <td>Baños y desagües</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">Productos Químicos utilizados en la limpieza</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Producto</th> <th>Uso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Amonio</td> <td rowspan="2">Desinfectante de superficies en las que tiene contacto la masa y producto terminado</td> </tr> <tr> <td>Cuaternario</td> </tr> <tr> <td>Detergente neutro</td> <td>Limpeza de mesas de trabajo de uso diario, bandas tienen contacto con el producto</td> </tr> <tr> <td>Detergente alcalino limpieza moderada</td> <td>Limpeza de áreas que no estén muy saturadas de suciedad</td> </tr> <tr> <td>Detergente alcalino limpieza profunda</td> <td>Limpeza de áreas que estén sumamente sucias y piezas de maquinaria que se requiera remojo</td> </tr> </tbody> </table>		Color	Descripción	Rojo	Superficies en no contacto con el producto, pisos y paredes	Verde	Superficies de maquinaria y equipo, en contacto directo o indirecto con producto	Naranja	Alérgenos	Azul	Baños y desagües	Producto	Uso	Amonio	Desinfectante de superficies en las que tiene contacto la masa y producto terminado	Cuaternario	Detergente neutro	Limpeza de mesas de trabajo de uso diario, bandas tienen contacto con el producto	Detergente alcalino limpieza moderada	Limpeza de áreas que no estén muy saturadas de suciedad	Detergente alcalino limpieza profunda	Limpeza de áreas que estén sumamente sucias y piezas de maquinaria que se requiera remojo
Estado Inicial	Ejecución de limpieza	Estado final																														
																																
Frecuencia: Antes de iniciar producción																																
Color	Descripción																															
Rojo	Superficies en no contacto con el producto, pisos y paredes																															
Verde	Superficies de maquinaria y equipo, en contacto directo o indirecto con producto																															
Naranja	Alérgenos																															
Azul	Baños y desagües																															
Producto	Uso																															
Amonio	Desinfectante de superficies en las que tiene contacto la masa y producto terminado																															
Cuaternario																																
Detergente neutro	Limpeza de mesas de trabajo de uso diario, bandas tienen contacto con el producto																															
Detergente alcalino limpieza moderada	Limpeza de áreas que no estén muy saturadas de suciedad																															
Detergente alcalino limpieza profunda	Limpeza de áreas que estén sumamente sucias y piezas de maquinaria que se requiera remojo																															

Nota. Presentación del estándar de limpieza del equipo. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.2.1. Programa propuesto de cero piezas sueltas

Para tener la documentación respectiva para el seguimiento del estándar de limpieza se elabora la siguiente documentación:

Figura 37.

Programa de cero piezas



Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	1
<p>Introducción El orden y la limpieza es fundamental para mantener los estándares en los procesos, lo cual es relevante en los resultados de productividad, seguridad y calidad. Los factores de riesgo que se encuentran en las áreas se reducirán al mantener por medio de la disciplina los estándares en los puestos de trabajo. A través de la metodología 9's se busca incentivar al trabajador los procesos de orden y limpieza en los procesos.</p> <p>Objetivo General Establecer los procedimientos a seguir por medio de un estándar de orden y limpieza en las áreas de trabajo, con el fin de mejorar el ambiente de los puestos de trabajo, productividad y seguridad.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el orden y limpieza en las áreas de empaque, mediante el diagnóstico de las mismas y propuesta de planes de acción. • Prevenir la contaminación del producto en los procesos de empaque. • Mantener los procedimientos de orden y limpieza con el fin de crear una cultura en los trabajadores. <p>Alcance El programa está dirigido a los trabajadores del área de Especialidades y Empaque.</p> <p>Responsabilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefaturas: seguimiento del cumplimiento del programa, capacitación al personal y mejora continua en las áreas. • Supervisores: Inspección de áreas, cierre de hallazgos y control de mediciones. • Colaboradores: constancia en los estándares establecidos. <p>Metodología</p> <p>El sentido de esta metodología es mantener las condiciones de organización, limpieza y en el lugar de trabajo. El objetivo es crear la cultura de seguimiento de estándares para una mejora continua en la organización.</p>			

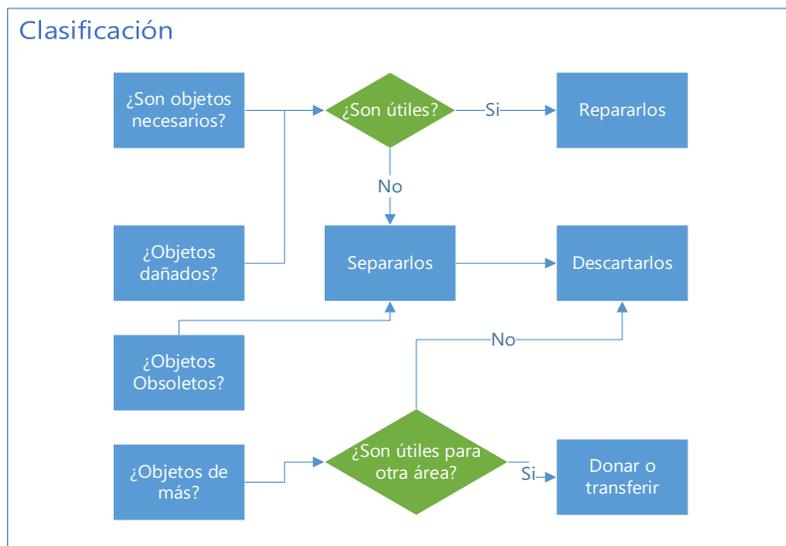
Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	2

Etapa 1
a) "Organización o Clasificación"

Definición:	Objetivo:	Herramientas
<p>Clasificar es la acción de eliminar todo lo innecesario en el puesto de trabajo. Las acciones consisten en: Separar todo aquello que sirve y no en el puesto de trabajo. Clasificar lo necesario e innecesario. Clasificar los elementos según el uso y frecuencia en el turno. Eliminar información, equipos en mal estado y elementos no útiles en el área.</p>	<p>Establecer un área de trabajo donde se encuentren únicamente las herramientas útiles para el proceso.</p>	<p>Listado de elementos innecesarios y necesarios.</p>

El proceso para realizar la clasificación en el área es el siguiente:



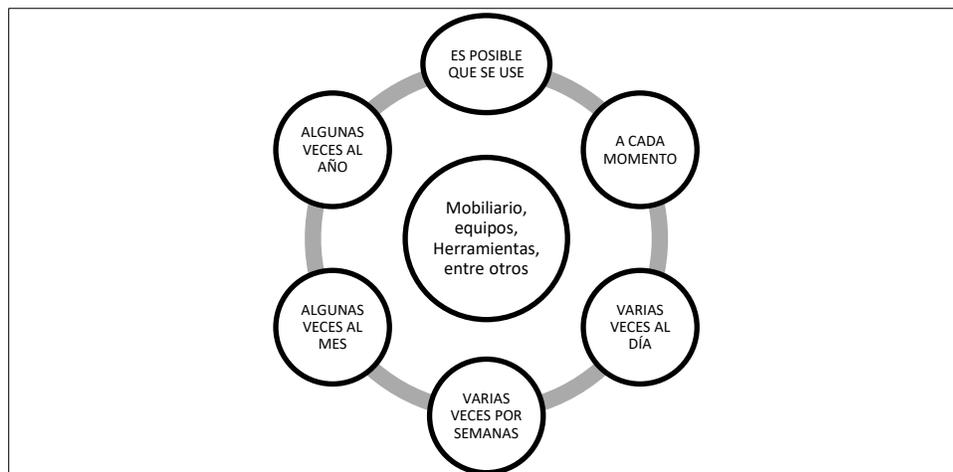
Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	3

a) "Orden"

Definición:	Objetivo:	Herramientas
Consiste en ordenar el espacio de trabajo de forma útil y de fácil acceso según la frecuencia de uso en los procesos, de modo que sea rápido encontrarlos, utilizarlos o reponerlos.	Establecer un lugar específico para cada herramienta con base a la rutina del trabajo, con su respectiva señalización.	Señalización

El proceso para realizar la clasificación en el área es el siguiente:



a) "Limpieza"

Definición:	Objetivo:	Herramientas
Consiste en eliminar todo el polvo y suciedad de las áreas de trabajo.	Establecer un estándar de limpieza que evite suciedad en el área de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Formatos de verificación de limpieza.

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	4
Etapa 2			
“Bienestar personal”			
Definición:	Objetivo:	Herramientas	
Es realizar las acciones establecidas para mantener el buen estado de las áreas de trabajo.	Mantener el entorno de trabajo en buen estado y limpio.	<ul style="list-style-type: none"> • Controles de limpieza. 	
“Disciplina”			
Definición:	Objetivo:	Herramientas	
Es crear el hábito de seguir los procedimientos y establecidos y estandarizados.	Definir los procesos de limpieza en el área y evidenciar las mejoras para un seguimiento continuo de la etapa 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación por medio de un plan de trabajo con fechas y responsables. • Aplicar constantemente la etapa 1. • Establecer un representante por área. 	
“Constancia”			
Definición:	Objetivo:	Herramientas	
Voluntad y persistencia para mantener los estándares y realizar bien los procesos desde la primera vez.	Definir los procesos de trabajo con el fin de mantener los estándares.	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de controles permanentes en las áreas de trabajo. 	

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	5
“Compromiso”			
Definición:	Objetivo:	Herramientas	
Es tener la voluntad y disposición de alcanzar los resultados planteados.	Mantener una actitud positiva ante los cambios, para una mejora continua en las áreas.	<ul style="list-style-type: none"> • Persistir para lograr las metas. • Capacitación continua. 	
Etapa 3			
“Coordinación”			
Definición:	Objetivo:	Herramientas	
Es mantener los esfuerzos para lograr los objetivos, es incentivar el trabajo en equipo.	Establecer la cultura de mejora continua a los trabajadores de las áreas.	<ul style="list-style-type: none"> • Controles internos. • Manuales. 	
“Estandarización”			
Definición:	Objetivo:	Herramientas	
Establecer métodos y condiciones de trabajo que eviten el retroceso en las mejoras establecidas.	Establecer normas y procedimientos para evitar el retroceso de los logros y así mantener un buen ambiente de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Normalización de procedimientos. 	
BENEFICIOS:			
Entre los beneficios que aporta la implementación y seguimiento de la metodología 9’s es:			
<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en el ambiente de trabajo. • Áreas de trabajo más seguras y productivas. 			

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	6
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los tiempos de acceso a herramientas, documentos, equipos, entre otros. • Mejora en el estado físico y mental del colaborador. • Creación del hábito de aseo y limpieza en las áreas y conservación de los estándares establecidos. • Se reducen los riesgos de accidentes en el trabajo. 			
DESARROLLO			
<p>1. Sensibilización:</p> <p>Para el cumplimiento del programa es necesario que exista el compromiso de los involucrados, los cuales serán responsables del cumplimiento de los objetivos.</p> <p>La capacitación continua contribuirá a la formación de la cultura para el seguimiento de los estándares.</p> <p>2. Inspecciones y actividades periódicas:</p> <p>Con inspecciones periódicas se logrará mantener un programa de mejora continua en las áreas. Los elementos para evaluar son:</p> <p>Almacenamiento, aseo, seguridad y orden.</p> <p>Para el control y seguimiento se realizará el análisis de las áreas inspeccionadas para la corrección de hallazgos.</p> <p>Mediciones propuestas:</p> <p>Hallazgos:</p> <p style="padding-left: 40px;">No. Hallazgos -----x100</p> <p style="padding-left: 40px;">No. Inspecciones realizadas</p> <p>Seguimiento de hallazgos cerrados:</p> <p style="padding-left: 40px;">No. Hallazgos cerrados -----x100</p> <p style="padding-left: 40px;">No. Hallazgos</p>			

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	7
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los tiempos de acceso a herramientas, documentos, equipos, entre otros. • Mejora en el estado físico y mental del colaborador. • Creación del hábito de aseo y limpieza en las áreas y conservación de los estándares establecidos. • Se reducen los riesgos de accidentes en el trabajo. 			
DESARROLLO			
<p>3. Sensibilización:</p> <p>Para el cumplimiento del programa es necesario que exista el compromiso de los involucrados, los cuales serán responsables del cumplimiento de los objetivos. La capacitación continua contribuirá a la formación de la cultura para el seguimiento de los estándares.</p> <p>4. Inspecciones y actividades periódicas:</p> <p>Con inspecciones periódicas se logrará mantener un programa de mejora continua en las áreas. Los elementos para evaluar son:</p> <p>Almacenamiento, aseo, seguridad y orden. Para el control y seguimiento se realizará el análisis de las áreas inspeccionadas para la corrección de hallazgos.</p> <p>Mediciones propuestas: Hallazgos: No. Hallazgos -----x100 No. Inspecciones realizadas</p> <p>Seguimiento de hallazgos cerrados: No. Hallazgos cerrados -----x100 No. Hallazgos</p>			

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	8

Formatos para inspección de hallazgos:

Inspección de planta						
Línea o Bodega	Área	Descripción de hallazgo	Responsable	Fecha inicio	Fecha de cierre	Avance

Formato eliminación de obsoletos:

Tarjeta de identificación elemento innecesario	
Código:	
Fecha:	
Elemento innecesario:	
Cantidad:	
Ubicación:	
¿Por qué es innecesario?	
Plan de acción sugerido:	

Reporte final de ejecución						
Código	Elemento	Acción	Avance	Fecha inicio	Fecha de final	Responsable

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	9

Check list para inspecciones en planta:

Check list			
Encargado:	Fecha:		
Área:	Responsable:		
Inspección de planta			
	SI	NO	NO APLICA
¿Existen equipos o herramientas en desuso o descompuestos?			
¿Están todos los elementos del área en su ubicación y señalizados correctamente?			
¿Existen elementos innecesarios en el área?			
¿Están los elementos innecesarios identificados?			
¿Están definidas las áreas de trabajo, pasillos, los lugares de trabajo en general?			
¿Están todos los materiales almacenados correctamente?			
¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto?			
¿Están delimitados los pasillos con líneas blancas?			
¿Hay manchas de aceite, residuos, polvo, máquinas o equipos sucios?			
¿El piso está libre de suciedad, producto, piezas como tornillos o material de empaque?			
¿Está la maquinaria limpia, sin piezas sueltas y sin residuos de material de empaque o producto para reproceso?			
¿Iluminación correcta, existe alguna lámpara sucia o descompuesta?			
¿Existe alguna parte de la infraestructura dañada o en mal estado?			
¿La ropa del personal está libre de suciedad?			
¿Se realiza el control diario de limpieza?			
¿Se tiene documentado el control diario de limpieza?			
¿Se almacena de forma correcta las piezas, herramientas en las áreas de trabajo?			
¿Se encontró alguna pieza suelta como tornillos, piezas metálicas, herramientas, en las áreas de trabajo?			

RECOMENTACIONES PARA LAS ÁREAS:

- Aplicar recomendaciones por áreas, evitando producto para reproceso cerca de áreas con detector de metales.
- Herramientas de trabajo deben posicionarse en áreas indicadas, si en caso la ubicación actual no es efectiva evaluar su reubicación e informar.

Continuación de la figura 37.

Proceso	Programa cero piezas sueltas	Fecha	Año 2021																																																																																																														
Elaborado por:	Debbie García	Hoja	10																																																																																																														
<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de áreas de trabajo deben permanecer conforme al estándar establecido. • Si en el turno de trabajo se realiza mantenimiento retirar todas las piezas sueltas o utensilios del área. • En caso de encontrar, piezas metálicas, tintas o químicos cerca del área retirar e informar al supervisor de área. <p>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="11">CRONOGRAMA DE LIMPIEZA Y EJECUCIÓN DE PROGRAMA</th> </tr> <tr> <th>Acciones</th> <th>Semana 1</th> <th>Semana 2</th> <th>Semana 3</th> <th>Semana 4</th> <th>Semana 5</th> <th>Semana 6</th> <th>Semana 7</th> <th>Semana 8</th> <th>Semana 9</th> <th>Semana 10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limpieza de áreas</td> <td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td> </tr> <tr> <td>Revisión de áreas</td> <td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td> </tr> <tr> <td>Listado de objetos innecesarios</td> <td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td> </tr> <tr> <td>Señalizaciones</td> <td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td> </tr> <tr> <td>Inspección de planta</td> <td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td> </tr> <tr> <td>Check list</td> <td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td> </tr> <tr> <td>Cierre de hallazgos</td> <td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td> </tr> <tr> <td>Presentación de hallazgos y mediciones</td> <td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>				CRONOGRAMA DE LIMPIEZA Y EJECUCIÓN DE PROGRAMA											Acciones	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Limpieza de áreas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Revisión de áreas	■				■				■		Listado de objetos innecesarios	■	■			■	■			■	■	Señalizaciones		■				■				■	Inspección de planta	■				■				■		Check list	■				■				■		Cierre de hallazgos	■				■				■		Presentación de hallazgos y mediciones				■				■		
CRONOGRAMA DE LIMPIEZA Y EJECUCIÓN DE PROGRAMA																																																																																																																	
Acciones	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10																																																																																																							
Limpieza de áreas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																																																																																							
Revisión de áreas	■				■				■																																																																																																								
Listado de objetos innecesarios	■	■			■	■			■	■																																																																																																							
Señalizaciones		■				■				■																																																																																																							
Inspección de planta	■				■				■																																																																																																								
Check list	■				■				■																																																																																																								
Cierre de hallazgos	■				■				■																																																																																																								
Presentación de hallazgos y mediciones				■				■																																																																																																									

Nota. La figura presenta el programa de seguimiento de orden y limpieza. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.3. Resumen de costos de propuestas

Para implementar las mejoras en la detección de fallas se proyectan los gastos relacionados al proyecto, donde se tiene la impresión de manuales para el control de fallas y formatos de seguimiento, los cuales se clasifican como

gastos de operación. Para tener el seguimiento propuesto de detección y control de fallas se proyecta la mano de obra como un gasto mensual, como se presenta en la tabla 51. El total del proyecto es de Q 11,782.00 con una inversión inicial de Q 9,645.00.

Tabla 51.

Costos de implementación de instructivos y seguimiento de propuestas

Costos iniciales		
Propuesta de control de fallas	Unitario	Total
Inversión inicial		
Manuales de control de fallas	Q15.00	Q300.00
Formatos de seguimiento	Q15.00	Q150.00
Costo fijo Mensual		
Costos de mano de obra	Q25.00	Q1,200.00
Total inversión inicial		Q450.00
Total mensual		Q1,200.00
Propuesta de rediseño especialidades		
Costo fijo		
Mano de obra - Capacitación	Q50.00	Q600.00
Inversión inicial		
Manuales	Q15.00	Q120.00
Mesas especialidades	Q1,500.00	Q3,000.00
Mesas transportadoras	Q2,500.00	Q5,000.00
Guías de mesas	Q75.00	Q300.00
Total, inversión inicial		Q9,020.00
Propuesta cero piezas sueltas		
Inversión inicial		
Manuales	Q15.00	Q75.00
Formatos visuales	Q10.00	Q100.00
Costo fijo Mensual		
Mano de obra/ Inspección y seguimiento	Q29.30	Q937.60
Total, Inversión inicial		Q175.00
Total, mensual		Q937.60
total		Q11,782.60

Nota. Resumen de costos por propuestas. Elaboración propia, realizado con Excel.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO

3.1. Diagnóstico de situación actual del consumo energético

Para el diagnóstico como primera fase se realiza la investigación respectiva para establecer los horarios de trabajo, el consumo de las áreas inspeccionadas y las luminarias instaladas actualmente. En la siguiente tabla se muestra el detalle de las luminarias actuales, consumo y cantidades por tipo:

Tabla 52.

Luminarias actuales – consumo – cantidad

Lámparas	watts	Cantidad
Digital lumens ILE-13	139	30
Digital lumens ILE -18	185	35
Haluro metálico	400	39
High bay lux lite	190	15
T8- Fluorescente	18	56
Lámpara tipo reflector	240	1
Tubo Led- Contra polvo y humedad	18	12

Nota. Resumen de lámparas identificadas en el área. Elaboración propia, realizado con Excel.

La planta tiene horarios de trabajo de 2 turnos con 12 horas por cada uno, como se observa en la tabla 52 se muestra los tipos de luminarias instaladas. Se observa que las luminarias de alto consumo como del tipo haluro metálico, T8 fluorescente, reflector, son 51 % del total instalado y las de bajo consumo 49 %.

- Bodega de producto terminado: la bodega de producto terminado es la que almacena todo aquel producto que es cargado en los andenes.

Se realiza el recorrido para establecer el nivel de iluminación y el tipo de lámparas en el área, en la figura 38 se muestra el recorrido realizado en la bodega de producto terminado.

Figura 38.

Bodega de producto terminado



Nota. Áreas identificadas con luminarias de alto consumo. Elaboración propia.

- Bodega de material de empaque: la bodega de material de empaque es la que almacena todo aquel material para el empaque del producto final.

Figura 39.

Bodega de material de empaque



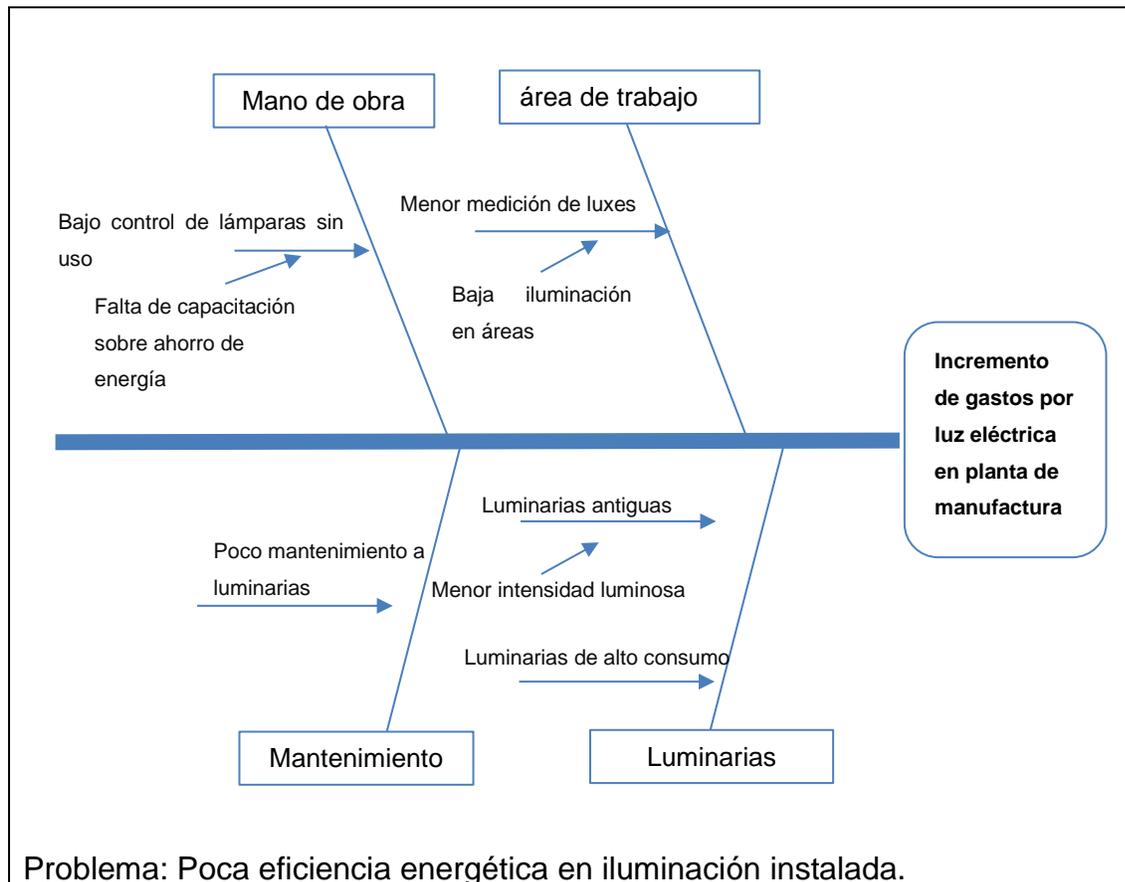
Nota. Áreas identificadas con luminarias de alto consumo. Elaboración propia.

3.1.1. Diagrama de Ishikawa – fase investigación

Con base a la recolección de datos de luminarias actuales, consumo e identificación de controles se realiza el análisis de diagrama de Ishikawa que se observa en la figura 40, donde el problema identificado es poca eficiencia energética en iluminación instalada, el cual genera un efecto: incremento de gastos por luz eléctrica en planta de manufactura. De los factores identificados se establecen sus causas potenciales enlistando sus sub-causas, de estas el factor común son las luminarias antiguas, siendo esta la causa raíz del problema identificado.

Figura 40.

Diagrama de Ishikawa fase investigación



Nota. El diagrama presenta las causas que influyen en el incremento de gastos de luz. Elaboración propia, realizado con Excel.

3.1.2. Medición de luminancia en las áreas

Para establecer la situación actual se realiza la medición con un luxómetro marca Steren, propiedad del área de Mantenimiento, el luxómetro utiliza como unidad de medida el Lux. Ver anexo 3, para conocer el luxómetro empleado.

En la tabla 53, se muestra la medición realizada en las áreas que corresponde a la unidad de lux.

Tabla 53.

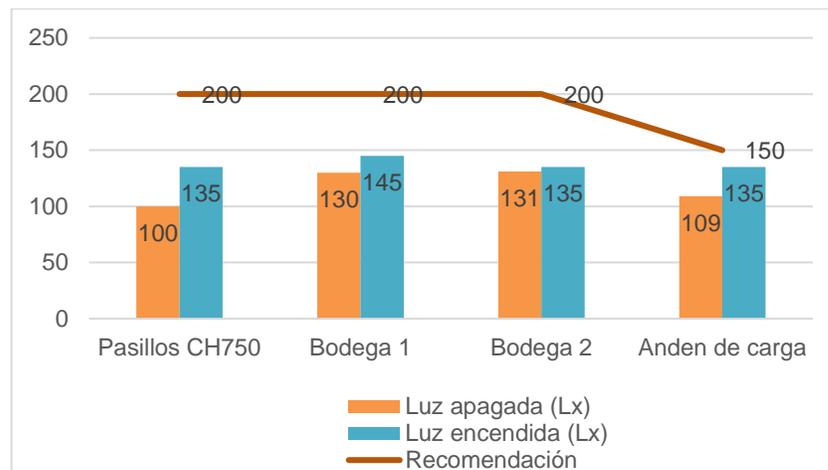
Medición promedio de luxes en áreas identificadas

Áreas	Luz apagada (Lx)	Luz encendida (Lx)	Recomendación (Lx)
Pasillos CH750	100	135	100 - 200
Bodega 1	130	145	100 - 200
Bodega 2	131	135	100 - 200
Anden de carga	109	135	100 - 200

Nota. Resumen de luxes medidos por área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 41.

Mediciones de iluminación



Nota. El gráfico presenta el resumen de luxes medidos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Las áreas identificadas no llegan al nivel óptimo de luxes, esto es debido a que en la mayoría se tiene luminarias de baja eficiencia y mayor consumo.

3.1.2.1. Estimación del tiempo de uso de luminarias

El tiempo del uso de luminarias en la planta es de 24 horas las cuales se mantienen encendidas durante el turno de trabajo, siendo la planta de turnos continuos las luminarias permanecen encendidas de forma constante. En la tabla 54, se muestra el consumo por mes de luminarias instaladas según el tipo con el detalle de consumo en watts, su eficiencia lúmenes sobre watts y el consumo total por mes por tipo.

Tabla 54.

Consumo por mes de luminarias instaladas

Bodegas de producto terminado						
Tipo de lámpara	Consumo (w)	Eficiencia lm/w	Hora	día	Cantidad	Consumo KWH/mes
Lámpara tipo campana Haluro metálico	400	45	24	30	20	5760
Lámpara tipo reflector	400	100	24	30	1	288
High Bay Luminaria-LED	190	275	24	30	6	821
ÁREA DE LINEAS DE PRODUCCIÓN						
Tipo de lámpara	Consumo (w)	Eficiencia lm/w	Hora	día	Cantidad	Consumo KWH/mes
Lámpara tipo campana Haluro metálico	400	45	24	30	19	5472
Lámpara tipo reflector	400	100	24	30	1	288
High Bay Luminaria-LED	190	275	24	30	9	1231
ILE DIGITAL LUMENS 3-13	139	102	24	30	35	3503
ILE DIGITAL LUMENS 3-18	185	102	24	30	30	3996
Lámpara fluorescente	32	104	24	30	56	1290
Lámpara led contra polvo y humedad	36	80	24	30	12	311

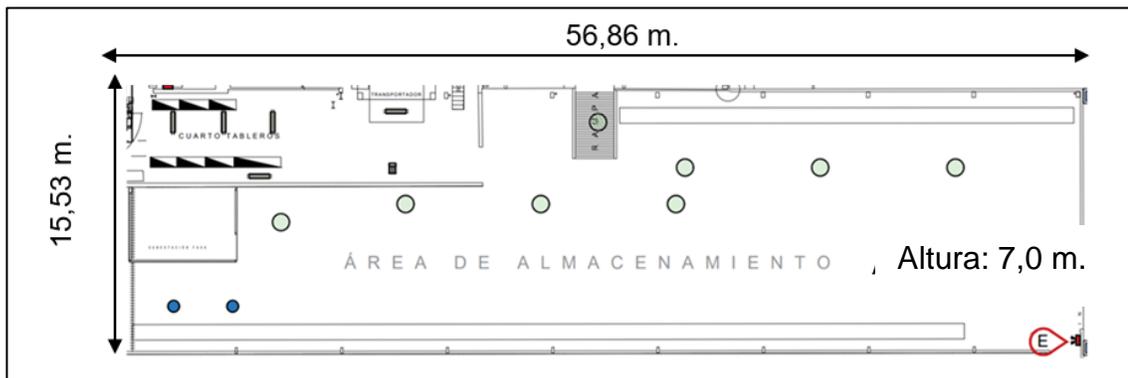
Nota. La tabla presenta el cálculo de consumo por tipo de luminarias. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la tabla 54, las lámparas de haluro metálico son las de mayor consumo energético. Las cuales se encuentran ubicadas en el pasillo de producción de chao mein, bodega de producto terminado y bodega de almacenaje de material de empaque.

A continuación, se muestra los cálculos realizados para la propuesta de iluminación eficiente en las áreas:

Figura 42.

Datos del área, Bodega de Material de Empaque



Nota. Plano de lámparas en área. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Largo: 56.86 m

Ancho: 15.53 m

Alto: 7.0 m

Los parámetros para calcular son:

- Nivel de iluminación en luxes: flujo luminoso que cubre la superficie del área en metros cuadrados. Para las áreas analizadas la cantidad de luxes requeridos es de 200 a 500 luxes, siendo estas áreas de inspección general, almacenaje y pasillos.
- Índice de local: código numérico que representa la geometría del local a calcular, considerando plano de trabajo y plano de luminarias. Para este

tipo de luminaria la iluminación es directa. A continuación, se presenta la fórmula a utilizar:

K: Índice de local
a: Ancho de local
b: Largo de local
h: Altura de local

$$K = \frac{a * b}{h(a + b)}$$

$$K = \frac{15.53 * 56.86}{7(15.53 + 56.86)}$$

$$K = 1.74$$

Con base al resultado el índice de local está entre 1.40 y 1.75; por lo tanto, la clasificación del Índice del local es de 5.

- Coeficiente de reflexión: para el porcentaje de reflexión se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 55.

Detalle de reflectancias

Cavidad del techo	Reflectancias			
	Colores blancos muy claros	Colores intermedios (café, rojos o grises)	Colores oscuros (morados, azules oscuros o verdes oscuros)	Oscuros en la gama del color negro
	80 %	50 %	10 %	0 %
Paredes	50 % -30 %- 10 %	50 %-30 %-10 %	50 %-30 %-10 %	0 %

Nota. Cálculo de reflectancias en el área. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para las áreas el porcentaje de reflectancia es del 80 % para el techo y 50 % para las paredes.

- Factor de utilización: siendo este la relación del flujo de la luz emitido por la luminaria y el flujo de luz útil que emite la lámpara en las superficies; a continuación, se presenta el cálculo:

Con base a los datos proporcionados por el fabricante, se calculó el factor de utilización y mantenimiento para las luminarias a instalar:

Factor de utilización: 0.96

Factor de mantenimiento: 1.0

Flujo luminoso total:

$$OT = \frac{ES}{UM}$$

Donde:

OT: flujo luminoso total

E: nivel de iluminación= 200 Lx

S: superficie del local= 883.04 m²

U: factor de utilización= 0.96

M: coeficiente de mantenimiento= 1

$$OT = \frac{300 * 883.04}{0.96 * 1.0}$$

$$OT = \frac{300 * 883.04}{0.96 * 1.0}$$

$$OT = 277,500.0 \text{ lumenes}$$

Lámparas requeridas:

$$N = \frac{OT}{OL}$$

Donde:

N: número de luminarias

OT: flujo luminoso

OL: flujo luminoso de la lámpara a usar

$$N = \frac{277.500}{27000}$$

$$N = 10.2 \text{ lámparas}$$

3.2. Diseño de un plan para reducción de consumo energético

Con base a lo identificado en el diagnóstico de la sección 3.1 se procede a documentar el plan de ahorro de consumo energético. Se muestra a continuación:

Figura 43.

Plan de ahorro energético

Un plan para ahorro energético es la estrategia para la planificación con un listado de actividades que orientan las alternativas para la reducción del consumo, lo cual contribuye con la empresa al tener una producción limpia día a día.

- Objetivos:
 - Reducir el consumo energético asociado a las luminarias de alto consumo.
 - Concientizar al personal sobre la importancia del ahorro de energía.
 - Lograr una producción más limpia en la empresa.

Continuación de la figura 43.

- **Introducción:**

Actualmente el consumo energético perjudica al planeta creando un costo alto para la empresa, identificar aquel consumo que puede ser optimizado y más efectivo garantiza que la empresa puede tener beneficios en cuanto a la reducción de costos y generando una producción más limpia.

- **Marco teórico:**

Energía: la energía es la capacidad de un cuerpo de realizar un trabajo, para cualquier actividad que implique un cambio de movimiento, temperatura u otro aspecto requiere de energía.

La energía eléctrica es el resultado de la existencia de diferencia potencial entre dos puntos, esta se produce al tener un conductor entre ambos puntos generando las cargas negativas (electrones) los cuales se mueven a través de un conductor eléctrico generando el trabajo. La energía lumínica es la que transporta las ondas de luz, la cual es la energía visible para el ser humano.

Consecuencias del consumo eléctrico en el planeta:

El consumo de energía es vital en el planeta actualmente, las razones principales que impactan al planeta y que es necesario crear alternativas de ahorro son:

- Agotamiento de recursos no renovables.
- Impactos negativos en el medio ambiente por el consumo de energías de origen fósil.
- Efecto invernadero en el planeta tierra.
- La generación de CO₂ por el consumo eléctrico en cada hogar, empresa o institución.
- Efectos sobre la salud de las personas debido a los gases contaminantes.

- **Situación actual de iluminación en área identificada:**

En la tabla, se muestra la bodega de producto terminado, bodega de material de empaque y pasillo CH750, la descripción de cada área y la cantidad de luminarias; el consumo por cada una por mes. Con la información se establece la cantidad de lámparas a reemplazar. Las de tipo haluro metálico presentan un consumo de Q 5,846.20 y High Bay led de Q 670.32.

Continuación de la figura 43.

Bodega de producto terminado							
Descripción	Cantidad Luminarias	Tipo	Consumo KWH/mes	Costo por consumo			
Bodega de producto terminado	12	Haluro Metálico	3,456.00	Q2,419.20			
	1	High Bay led	136.80	Q95.76			
Bodega de material de empaque	8	Haluro Metalico	2,304.00	Q1,612.80			
	6	High Bay LED.	820.8	Q574.56			
Pasillo CH750	9	Haluro Metalico	2,592.00	Q1,814.40			

• Propuesta de ahorro en áreas identificadas:

Con base a la identificación del consumo actual y cantidad por área se realiza el cálculo de luminarias por área, identificando la superficie de metros cuadrados, luxes requeridos, factor de utilización y mantenimiento para establecer la cantidad de lámparas necesarias para cumplir con los requerimientos de luxes en las áreas de trabajo.

Cálculo de luminarias por áreas

Área	Superficie (m ²)	Lux (Lx)	Factor de utilización	Factor de mantenimiento	Flujo luminoso (Lm)	Flujo luminoso de lámpara (Lm)	No. lámparas
Bodega de producto terminado	883	300	0.96	1,0	277,500.0	27,000	10
Bodega de Material de empaque	675	300	0.96	1,0	225,312.5	27,000	8

Continuación de la figura 43.

Bodega de Material de empaque	675	300	0.96	1,0	225,312.5	27,000	8
Pasillo CH750	360	200	0.96	1,0	75,000	27,000	3
Rampa	313	200	0.96	1,0	65,152.0	27,000	3

La tabla muestra un resumen del plan de ahorro de energía eléctrica, incluyendo un estimado del ahorro de energía que se obtendrá al ejecutar el proyecto. El responsable es el área de Mantenimiento para ejecutar el cambio de cada lámpara, en las áreas. En el apéndice 15 se muestra el diseño lumínico por las áreas analizadas.

Plan de ahorro energético

Áreas	Objetivos	Actividades	Ahorro estimado	Ahorro por mes
Bodega de producto terminado	Ahorrar energía con el consumo de lámparas led.	Reemplazar 9 lámparas de haluro metálico.	Q0.28/h	Q1,814.40
Bodega de material de empaque		Reducir 14 lámparas a 8 lámparas High Bay led.	Q0.28/h	Q750.96
Pasillo CH750	Concientizar al personal para el ahorro del consumo eléctrico.	Reducción de 3 lámparas haluro metálico y reemplazo de lámparas High Bay led.	Q0.28/h	Q1,527.12
Anden de descarga		Reemplazo de 3 lámparas de haluro metálico por High Bay led.	Q0.28/h	Q317.52

Continuación de la figura 43.

Concientización en áreas: la forma más efectiva para involucrar al personal y obtener un mejor ahorro es crear una cultura con buenas prácticas para la reducción del consumo eléctrico.

A continuación, se muestra los afiches propuestos para señalización en las áreas:

Afiche de concientización de ahorro energético



Continuación de la figura 43.

Las actividades propuestas para reducir el consumo eléctrico en las áreas son:

- Verificar que áreas requieren cambios de lámparas o mantenimiento.
- Encender luminarias que se utilizarán durante el turno, reportar fallas si hubiera.
- Verificar si existe una lámpara que sea de alto consumo y reportar.
- Si la máquina está sin operación apagar lámparas ubicadas en el área.
- Realizar un recorrido cada semana para verificar el funcionamiento.

Para identificar mejoras en los recorridos se establece una ficha de reporte para el ahorro energético, con el fin de dar seguimiento a las áreas con oportunidad.

Ficha de reporte – ahorro energético

Evaluador:	Fecha:
Área:	¿Necesita limpieza? No Si
Tipo de lámpara:	Observaciones:
Cantidad para remover:	Fecha de ejecución:

Nota. Plan de ahorro energético propuesto para las áreas. Elaboración propia, realizado con Excel.

3.3. Costo de la propuesta

La tabla 56 muestra los costos de inversión para el reemplazo de lámparas led en las bodegas de almacenaje:

Tabla 56.

Costo de inversión plan de ahorro energético

Descripción	Cantidad	Precio	Total, inversión	Costo por utilización	Ahorro estimado mensual
High Bay led 400w	18	Q3780.00	Q68040.00	Q0.70	Q4410.00
Área			Cantidad	Costo	Total
Mano de Obra			2	Q 6000.00	Q 12000.00
Afiches comunicación ahorro energético			15	Q 15.00	Q 225.00
Total, propuesta					Q 12225.00

Nota. Resumen de costos por propuestas de cambio de luminarias. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para determinar el tiempo de recuperación se realiza con la siguiente fórmula:

$$\textit{Tiempo de recuperación} = \frac{\textit{Total de inversión}}{\textit{Total de ahorro}}$$

El tiempo de recuperación de la inversión para optimizar el consumo de energía utilizando las lámparas led será de:

$$\textit{Tiempo de recuperación} = \frac{Q 80,265.00}{Q 4,410.00}$$

$$\textit{Tiempo de recuperación} = 18 \textit{ meses}$$

La inversión se recuperará en 1 año y 6 meses aproximadamente.

4. FASE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

El siguiente diagnóstico se enfoca en el personal operativo del Departamento de Manufactura del área de Empaque, se realiza en colaboración con los jefes del departamento.

Inicialmente se realiza una entrevista al jefe del personal, con el fin de entender la situación inicial del área, esto como primer paso para detectar las necesidades de capacitación. A continuación, se presenta la estructura de la encuesta impartida:

Tabla 57.

Encuesta para el diagnóstico de necesidades de capacitación

¿El perfil del personal de especialidades es el adecuado para el trabajo?

Sí No

¿Cuándo fue la última capacitación que recibió el personal de especialidades?

Al inicio de la inducción.

Si ha realizado algún tipo de capacitación ¿Considera que lo aprendido se ve reflejado en el trabajo cotidiano de los participantes?

Sí No

¿La pandemia actual afectó el plan de capacitación anual?

Sí No

Continuación de la tabla 57.

¿Actualmente cuentan con los recursos necesarios para realizar y programar capacitaciones?

Sí No

¿Actualmente existe un plan de capacitación o capacitaciones programadas?

Sí No

En general. ¿Cuál es su percepción de los conocimientos del personal y su desempeño en el puesto?

Actualizar el criterio de descarte de producto para evitar más porcentaje de desperdicio

¿Qué temas cree usted que se deben reforzar para que el personal realice sus labores adecuadamente?

Procedimiento para acelerar la selección de producto, criterio de descarte de producto por tema de agrietamiento o quebrado, buenas prácticas de manufactura.

Nota. Formato de encuesta realizada. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se realiza una encuesta al personal operativo para establecer la necesidad de capacitación en el área. A continuación, se muestra el resultado en la tabla 58.

Tabla 58.

Encuesta necesidades de capacitación

Nivel académico:

Diversificado: 45 % Básicos: 36 % Primaria: 18 %

¿Cómo es el ambiente laboral?

Buena: 73 % Regular: 18 % Excelente: 9 %

Señale las principales debilidades que usted considera tener, para un mejor desempeño en su área de trabajo (puede seleccionar más de una).



Debilidad	Número de respuestas
Buenas prácticas de manufactura	1
Trabajo en equipo de alto...	3
Relaciones interpersonales	1
Manejo de cargas	4
Selección y descarte de producto...	8
Motivación en el trabajo	5

¿Se siente identificado con la misión y visión de la corporación?

Si: 100 % No: 0 %

¿Cómo es la comunicación con su jefe?

Excelente: 9 % Buena: 55 % Regular: 36 %

¿Qué tipo de ambiente percibe en su área de trabajo?

Tranquilo: 55 % Ruidoso: 45 %

¿Se siente a gusto en su área de trabajo?

Si: 91 % No: 9 %

¿Está dispuesto a recibir capacitación frecuentemente?

Si: 100 % No: 0 %

Nota. Resumen de resultados de encuesta realizada. Elaboración propia, realizado con Excel.

Posterior a las encuestas impartidas se realiza un análisis por ponderación de los temas, hallados como necesidad. Para desempeñar correctamente el puesto de trabajo, habilidades y conocimientos requeridos. A continuación, se presenta matriz realizada, donde 3 es el puntaje más alto, 2 puntaje medio y 1 puntaje bajo, en la tabla siguiente:

Tabla 59.*Tabla de ponderación para diagnóstico de necesidades de capacitación*

Área	Requerimiento	Supervisor	Operador	Auxiliar	Empaque
Competencias	Trabajo bajo presión	3	3	3	2
	Orientación a resultados	3	3	3	2
	Responsabilidad	3	3	3	3
	Honestidad	3	3	3	3
	Trabajo en equipo	2	3	3	2
Educación	Nivel Básico	0	0	0	3
	Nivel Primario	0	0	0	0
	Nivel Diversificado	3	3	3	0
Habilidades generales	Manejo de maquinaria	3	3	3	2
	Norma de Higiene y seguridad	3	3	3	2
	Normas de Inocuidad	3	3	3	2
Habilidades específicas	Condiciones térmicas de maquinaria	3	3	3	1
	Prevención de producto no conforme	3	3	2	1
	Control de peso	3	3	3	2
	Condiciones mecánicas de operación	3	3	3	2
	Documentación de procesos	3	3	3	3
	Limpieza y desinfección	3	3	3	2
Experiencia	Experiencia en el puesto	3	3	2	1
total		47	48	46	33

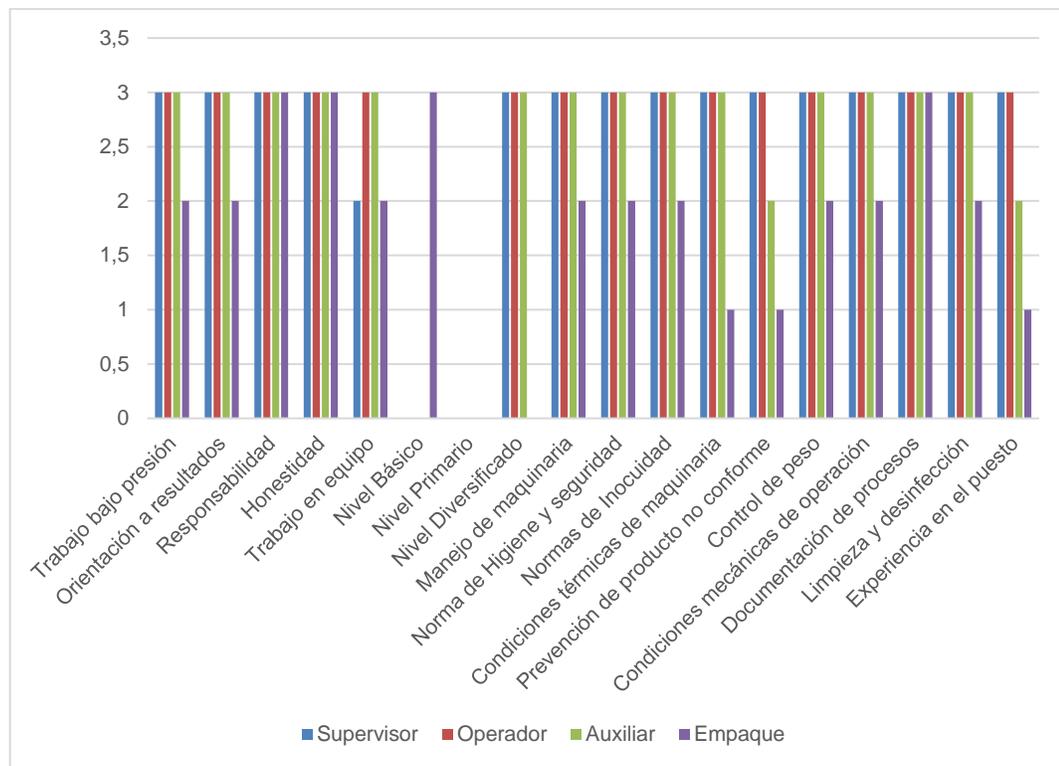
Nota. En la tabla se presenta la ponderación realizada. Elaboración propia, realizado con Excel.

Analizando el puntaje, se observa que el grupo con oportunidad de mejora es el personal de empaque; porque están compuestos sobre todo por personal de *Outsourcing*.

Para analizar de mejor forma los temas enlistados para la ponderación, se grafican los resultados. Se presenta en la figura 44, donde los ejes horizontales están descritos los temas evaluados y en el vertical la ponderación obtenida.

Figura 44.

Resultados de evaluación



Nota. Resultados de análisis de ponderación por habilidades. Elaboración propia, realizado con Excel.

De la figura 44, se analiza lo siguiente:

- Del área de las competencias requeridas, los tres niveles de requerimiento están en 100 % para el personal de la empresa, sin embargo, el área de Empaque tiene oportunidad quedando en 67 %.
- Lo referente al nivel de educación en general está con un cumplimiento del 100 %.
- Manejo de maquinaria está con oportunidad el área de Empaque.

Los temas que presentan una nota más baja del grupo en general (debajo de 2) son:

- Normas de higiene y seguridad
- Inocuidad
- Prevención de producto no conforme
- Condiciones térmicas de operación
- Experiencia en el puesto

Los temas que se identificaron como críticos para el departamento fueron:

- Buenas prácticas de manufactura
- selección y descarte de producto
- salud y seguridad industrial
- manejo de cargas
- mejora continua
- metodología 9's
- liderazgo y motivación en el trabajo
- trabajo en equipo

4.1.1. Diagrama de Ishikawa – Fase Docencia

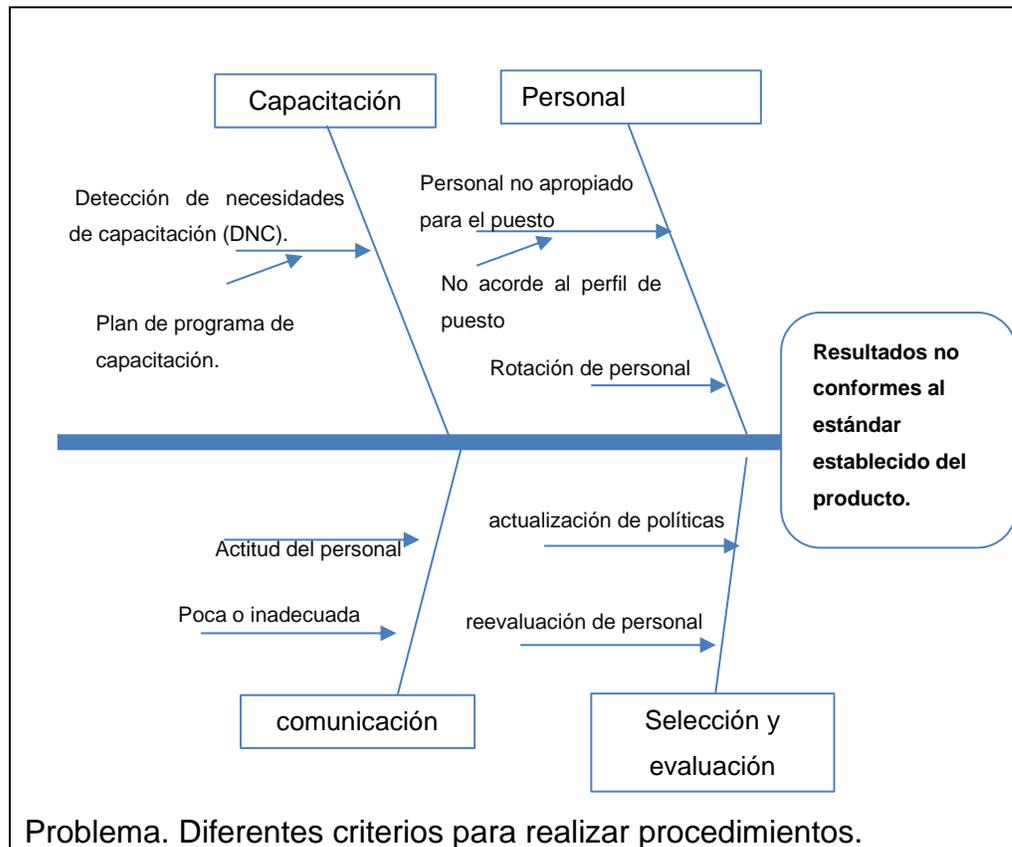
Con base a las evaluaciones anteriores se construye el diagrama de figura 45, donde se establece que el problema identificado es *Diferentes criterios para realizar procedimientos*, el cual genera un efecto identificado como: *Resultados no conformes al estándar establecido del producto*.

Partiendo de ambos factores se establecen sus causas potenciales (capacitación, personal, comunicación, selección y evaluación), agrupando las mismas el factor común es la detección de necesidades de capacitación (DNC), con base a esta se puede contrarrestar las causas enlistadas.

El DNC garantiza el desarrollo de los planes de capacitación adecuados al personal para un mejor desempeño de su trabajo asignado.

Figura 45.

Diagrama de Ishikawa Fase Docencia



Nota. Diagrama presenta las causas que influyen en resultados no conformes al estándar. Elaboración propia, realizado con Visio.

4.2. Plan de capacitación

Con base a los análisis previos, se realizar el siguiente plan de capacitación como documentación guía para el área de Manufactura:

Figura 46.

Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN



Departamento de Manufactura
Elaborado por: Debbie García

Continuación de la figura 46.

MANUFACTURA

Justificación

La esencia de una fuerza laboral motivada es el resultado de un buen trato en sus relaciones individuales que tienen con sus compañeros de trabajo, la confianza y el respeto son pilares que construyen un buen ambiente de trabajo. Para que una organización alcance altos niveles de competitividad es necesario invertir en su capital humano; para lograr mejoras en la organización.

La creación de un plan de capacitación nace de la necesidad de mejorar la eficiencia de los trabajadores, para que aporten un incremento en su productividad y se mantenga una mejora continua en sus procesos.

La capacitación continua mantendrá a las personas involucradas en la evolución de la industria y tendrán mayor comprensión de sus responsabilidades en su puesto de trabajo.

Tomando en cuenta lo antes expuesto, se propone el siguiente plan de capacitación, para el área de Manufactura:

Alcance

Este plan de capacitación ha sido diseñado para la aplicación en el personal de manufactura involucrado en el área de Empaque (supervisores, operadores y empacadores).

Objetivo general

Crear un plan de capacitación para impulsar la eficiencia en áreas de trabajo y seguimientos de procesos; contribuyendo al rendimiento de los trabajadores.

Objetivo específico

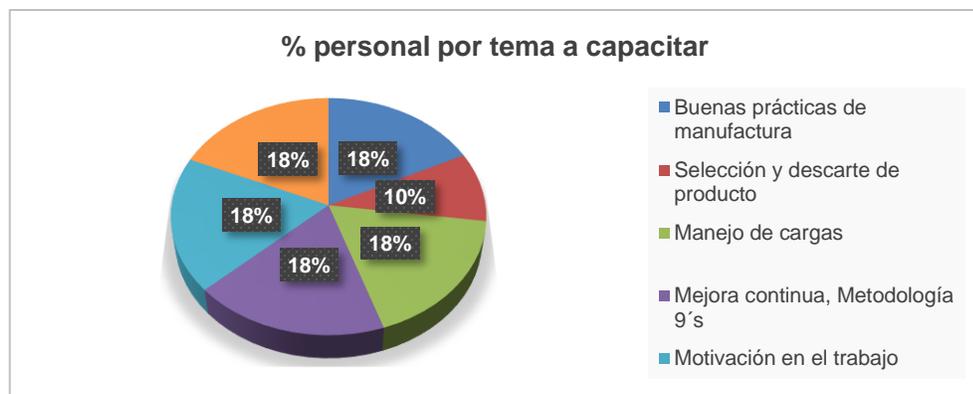
- Preparar al personal para la ejecución del trabajo de forma eficiente.
- Proveer conocimientos y desarrollar habilidades en los trabajadores que se requieran en sus puestos de trabajo.
- Actualizar y ampliar conocimientos específicos en su área de trabajo.
- Apoyar el desarrollo continuo en el capital humano.

Población objetivo

En este plan de capacitación únicamente se tomará en cuenta al personal de planta de manufactura donde se reforzará a los puestos operativos. Se consideran los siguientes puestos:

Continuación de la figura 46.

Tema	Personal destinado	No. Personas
Buenas prácticas de manufactura	Operadores, Auxiliares y Empaque	75
Selección y descarte de producto	Empaque	40
Manejo de cargas	Operadores, Auxiliares y Empaque	75
Mejora continua, Metodología 9's	Supervisores, Operadores, Auxiliares y Empaque	78
Motivación en el trabajo	Supervisores, Operadores, Auxiliares y Empaque	78
Trabajo en equipo	Supervisores, Operadores, Auxiliares y Empaque	78
Total		424



Estrategias y metodología

- Curso presencial/ virtual
- Capacitación piloto de 5's, orden y limpieza en el área de trabajo
- Desarrollo de actividades prácticas
- Presentación de casos en su área.
- Metodología de exposición-diálogo.

Temas de capacitación

- Buenas prácticas de manufactura
- Selección y descarte de producto
- Salud y seguridad Industrial
 - Manejo de cargas
 - Mejora continua, Metodología 9's
- Motivación en el trabajo
- Trabajo en equipo

Continuación de la figura 46.

Plan de capacitación

Temas	Actividades	Duración	Dirigido a	Responsable
Buenas prácticas de manufactura	Charla sobre BPM'S	1,5 horas	Todo el personal	Calidad
	Práctica en el área de trabajo	2 horas		
Selección y descarte de producto	Charla sobre selección y descarte	2 horas	Personal de empaque	Supervisor de empaque
	Práctica en área de trabajo	1 hora		
Manejo de cargas	Charla sobre salud y seguridad ocupacional en el área de trabajo	1 horas	Personal de manufactura	SOSY
	Charla sobre manejo de cargas	0.5 hora		
	Ejercicio práctico	0.5 hora		
Mejora continua, Metodología 9's	Charla sobre metodología 9's	1.5 horas	Todo el personal	CALIDAD
	Charla sobre mejora continua en el trabajo	1 horas	Jefatura	INGENIERIA
Motivación en el trabajo	Charla sobre motivación en el trabajo	2 horas	Todo el personal	Jefatura
Trabajo en equipo	Charla sobre el trabajo en equipo	1 horas	Todo el personal	Jefatura
Instructivos de procedimientos especialidades	Charla sobre procedimientos actuales	1 horas	Todo el personal	Jefatura

Programación

La capacitación establecida será impartida en turno matutino, cada 8 días por la rotación de turno de personal. Preferiblemente por grupos no más de 15 personas. Esta capacitación esta propuesta realizarla una vez cada año, evaluando los resultados obtenidos al capacitar al personal.

La capacitación puede ser impartida de forma presencial, virtual o e-learning. El día de inicio se acomodará a los turnos de trabajo y a paros programados por limpieza y desinfección de la planta.

Continuación de la figura 46.

Cronograma de actividades:

No.	Tema	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
1	Buenas prácticas de manufactura							
2	Selección y descarte de producto							
3	Manejo de cargas							
4	Mejora continua, Metodología 9's							
5	Motivación en el trabajo							
6	Trabajo en equipo							
7	Instructivos de procedimientos especialidades							

Recursos y presupuesto

- a) Infraestructura
 - Salón de capacitación
- b) Mobiliario y equipo
 - Laptop
 - Proyector
 - Cuadernos
 - Lapiceros

Evaluación de resultados

Quedará a decisión de quien imparte la capacitación, metodología de evaluación y resultados.

- Exámenes de preguntas directas
- Exámenes de opción múltiple
- Ejercicios prácticos
- Creación de casos ficticios
- Check list de procedimientos realizado

Formato para registro de capacitación

Plan de capacitación			Código:
Formato de cursos impartidos			Fecha:
			Página:
Curso	Fecha	Duración horas	Coordinador de capacitación

Continuación de la figura 46.

Carta de descripción de cursos:

Carta descriptiva de curso		
Nombre del curso	Buenas prácticas para manufactura	
Dirigido a:	Operadores, auxiliares de empaque	
Justificación:	Proporcionar herramientas para la buena manipulación de alimentos	
Objetivo general:	Mejorar las prácticas en cuanto a la higiene y manipulación	
Contenido temático	Definición de BPM's	
	Reglamentos actuales	
	Principios generales de higiene de los alimentos	
	Control en el proceso	
	Control de plagas, sanitización y limpieza	
	Enfermedades transmitidas por alimentos	
	Taller práctico	
Metodología	Curso presencial	
Estrategia de evaluación	prueba- teórica - práctica	
Material de apoyo	Papelería, cañonera, computadora, diapositivas, lapiceros, folletos	
Fuente de información	Serán proporcionado por el capacitador	
Duración del curso	Numero de sesiones	Número de participantes
2 horas	10	75
Lugar	Salón de capacitaciones	
Coordinador capacitación		
Observaciones:		

Continuación de la figura 46.

Carta descriptiva de curso		
Nombre del curso	Selección y descarte de producto	
Dirigido a:	Operadores, auxiliares de empaque	
Justificación:	Proporcionar herramientas para la buena manipulación de alimentos	
Objetivo general:	Mejorar el criterio del descarte de producto	
Contenido temático	Características de productos no conformes	
	Taller práctico	
Metodología	Curso presencial	
Estrategia de evaluación	prueba- teórica - práctica	
Material de apoyo	Papelería, cañonera, computadora, diapositivas, lapiceros, folletos	
Fuente de información	Serán proporcionado por el capacitador	
Duración del curso	Numero de sesiones	Número de participantes
	3 horas	4
Lugar	Salón de capacitaciones	
Coordinador capacitación		
Observaciones:		

Continuación de la figura 46.

Carta descriptiva de curso		
Nombre del curso	Manejo de cargas	
Dirigido a:	Personal operativo	
Justificación:	Proporcionar herramientas y conocimientos para evitar lesiones ocupacionales	
Objetivo general:	Evitar lesiones en las áreas de trabajo	
Contenido temático	Seguridad y salud ocupacional	
	Manejo de cargas y límites de peso	
Metodología	Curso presencial	
Estrategia de evaluación	prueba- teórica - práctica	
Material de apoyo	Papelería, cañonera, computadora, diapositivas, lapiceros, folletos	
Fuente de información	Serán proporcionado por el capacitador	
Duración del curso	Numero de sesiones	Número de participantes
2 horas	10	75
Lugar	Salón de capacitaciones	
Coordinador capacitación		
Observaciones:		

Continuación de la figura 46.

Carta descriptiva de curso		
Nombre del curso	Mejora continua, metodología 9's	
Dirigido a:	Personal operativo y jefatura	
Justificación:	Proporcionar conocimientos teóricos - prácticos sobre metodología 9's	
Objetivo general:	Reducir tiempos muertos en los procesos	
Contenido temático	Mejora continua, metodología 9's	
	Ejercicio práctico en las áreas de trabajo	
Metodología	Curso presencial	
Estrategia de evaluación	prueba- teórica - práctica	
Material de apoyo	Papelería, cañonera, computadora, diapositivas, lapiceros, folletos	
Fuente de información	Serán proporcionado por el capacitador	
Duración del curso	Numero de sesiones	Número de participantes
2,5 horas	10	78
Lugar	Salón de capacitaciones	
Coordinador capacitación		
Observaciones:		

Continuación de la figura 46.

Carta descriptiva de curso		
Nombre del curso	Motivación en el trabajo y trabajo en equipo	
Dirigido a:	Personal operativo	
Justificación:	Proporcionar herramientas y conocimiento sobre trabajo en equipo	
Objetivo general:	Reducir tiempos muertos en los procesos, fortalecer al equipo de trabajo	
Contenido temático	Motivación en el trabajo	
	Equipos de alto rendimiento	
Metodología	Curso presencial	
Estrategia de evaluación	prueba- teórica - práctica	
Material de apoyo	Papelería, cañonera, computadora, diapositivas, lapiceros, folletos	
Fuente de información	Serán proporcionado por el capacitador	
Duración del curso	Numero de sesiones	Número de participantes
	3 horas	15
Lugar	Salón de capacitaciones	
Coordinador capacitación		
Observaciones:		

Nota. La figura presenta el plan de capacitación propuesto. Elaboración propia, realizado con Excel.

4.2.1. Resultados de la capacitación

Se realiza una capacitación al personal con el objetivo de comprobar el éxito de esta y la reacción de los colaboradores. El entrenamiento consiste en la metodología 5's; la cual fue introductoria a la metodología 9's.

Consta de dos fases, la primera se realiza en la sala de capacitaciones donde se imparten los términos importantes. Adicional, se realizan ejercicios prácticos con ejemplos recabados de sus áreas para la resolución de casos en equipo. Se realiza una prueba con base a los temas impartidos para evaluar la comprensión de la capacitación; a continuación, se muestra los resultados obtenidos:

Tabla 60.

Resultados de capacitación

		RESULTADOS DE CAPACITACIÓN			
Grupo 1	Resultados	Grupo 2	Resultados	Grupo 3	Resultados
Nota 1	95	Nota 1	100	Nota 1	90
Nota 2	90	Nota 2	75	Nota 2	80
Nota 3	85	Nota 3	90	Nota 3	75
Nota 4	90	Nota 4	85	Nota 4	85
Nota 5	85	Nota 5	65	Nota 5	65
Grupo 4	Resultados	Grupo 5	Resultados	Grupo 6	Resultados
Nota 1	95	Nota 1	95	Nota 1	100
Nota 2	90	Nota 2	100	Nota 2	100
Nota 3	75	Nota 3	85	Nota 3	90
Nota 4	65	Nota 4	90	Nota 4	85
Nota 5	75	Nota 5	95	Nota 5	90
Promedio de notas					
Grupo 1	89,0				
Grupo 2	83,0				
Grupo 3	79,0				
Grupo 4	80,0				
Grupo 5	93,0				
Grupo 6	93,0				

Nota. Resultados de capacitación piloto impartida. Elaboración propia, realizado con Excel.

En segunda fase se realiza una capacitación en el área como práctica de lo impartido. Se observa que el tema tiene buena aceptación con los colaboradores. Debido que el plan fue una propuesta se realiza este ejercicio para medir el éxito de esta y la aceptación de los involucrados. A continuación, se muestra un grupo de la capacitación impartida.

Figura 47.

Capacitación a personal de empaque



Nota. Capacitación impartida al grupo de trabajo del área de Empaque. Elaboración propia.

4.3. Costos de la propuesta

Se presenta el desglose de gastos, tomando en cuenta el desglose por sesión. La siguiente tabla es realizada tomando en cuenta 15 personas por sesión, más el capacitador. Estas se programan por turno y cada 15 días con una duración de 2 horas. El costo difiere entre capacitador y auxiliar y depende del

grado del puesto a ser capacitado, el material incluye la impresión del folleto y pruebas.

Tabla 61.

Costos de capacitación por sesión

Descripción	Costo unitario	Costo total
Costo por hora de personal capacitado	Q21.63	Q324.45
Costo por hora de capacitador	Q50.00	Q100.00
Material	Q15.00	Q450.00
Costo total por sesión		Q874.45

Nota. Resumen de costos por plan de capacitación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tomando en cuenta que cada tema propuesto es una sesión de trabajo, los costos por capacitación de 14 sesiones ascienden a Q12,236.00 el costo anual dependerá de las sesiones realizadas durante el año. Adicional, si las capacitaciones se enfocan en la metodología 9's el costo sería Q 4,547.14 el cual corresponde al área de Empaque del Departamento de Manufactura.

CONCLUSIONES

1. En el diagnóstico de la situación actual se evidencia la falta de documentación y análisis para ciertos procesos en el departamento de Manufactura, directamente en el área de Empaque tanto de especialidades como producto pasta larga y corta.
2. Se determina que las fallas en el equipo de empaque son debido a la falta de seguimiento de fallas comunicadas en el área, esto es debido a las disciplinas operativas y condiciones mecánicas de las líneas. Los efectos en el proceso al no tener un seguimiento por área provocan tiempos muertos y no conformidades en el producto final.
3. Por medio del análisis de Weibull se determina la cantidad de días para realizar un mantenimiento preventivo con el fin de mantener un 95 % de confiabilidad en el equipo del área, con esto se reduce las horas y costos invertidos en paros por fallas en el área de Empaque.
4. Se establecen las metas de productividad con base a tiempos recabados, para estimar las metas iniciales y establecer la documentación para estandarizar el proceso de empaque de especialidades. Se definen los procedimientos buscando la reducción de tiempos muertos y movimientos innecesarios con el fin de optimizar el tiempo efectivo en el proceso de empaque aportando en la reducción de tareas de no valor agregado un 30 % de listado y recorridos un 28 % de los identificados.

5. Con el fin de mantener un área de trabajo óptimo y en buenas condiciones se realiza la propuesta de un programa de cero piezas sueltas, esto con el objetivo principal de crear una cultura de seguimiento de procesos, disciplina y seguridad. Se realiza el análisis de las áreas de empaque con base a la metodología 9's, estableciendo las condiciones ideales según la metodología y un plan de seguimiento e inspección en las áreas.
6. Se diseña una propuesta de ahorro en consumo energético donde se determina el diagnóstico actual con respecto al consumo por tipo de luminaria. Con base al análisis se realiza una propuesta de diseño de iluminación cambiando lámparas de alto consumo a lámparas Led de bajo consumo esto con el fin de establecer una mejora y reducción de costos por consumo energético en las bodegas.
7. Se realiza una propuesta de plan de capacitación con base al diagnóstico de necesidades de capacitación, con el fin de mejorar los conocimientos y procesos. Se establece el alcance de este, programación y personal involucrado.

RECOMENDACIONES

- A gerencia de manufactura:
 1. Efectuar las propuestas y accionables en este proyecto con base a la documentación de los procesos, ampliarlas y adecuarlas para las demás líneas de producción, con el objetivo de optimizar los resultados del área y disminuir las oportunidades de mejora identificadas.

- A departamento de Manufactura:
 2. Reproducir los manuales laborados y comunicarlos a los trabajadores para mantener la mejora en las áreas.
 3. Ejecutar el plan de capacitación a los trabajadores para optimizar el uso de manuales y los estándares propuestos en los mismos y así disminuir la variabilidad de los procedimientos de empaque.

- A departamento de Mantenimiento:
 4. Adoptar la medición constante en el monitoreo de fallas y costos por tiempos improductivos, para identificar las mejoras y accionables para la reducción de estas.
 5. Mantener el mantenimiento preventivo en las áreas con base a la propuesta de reducción de fallas en el equipo, con el fin de reducir las no conformidades en los productos y operar con una confiabilidad del 95 %.

- A departamento de Recursos:
 6. Aplicar una capacitación continua sobre las necesidades identificadas, ampliar los temas para mejorar el ambiente laboral y conocimientos en cada área específica.
- A gerencia de Empaque:
 7. Mantener los estándares establecidos de empaque y medición de resultados como indicador clave para ampliar mejoras en el área y reducir tiempos no efectivos en el proceso.
 8. Capacitar al personal para mantener los procedimientos establecidos y promover una cultura de mejora continua y colaboración en equipo en el área.
- A gerencia de Producción
 9. Mantener una medición continua, revisión y planificación para la reducción de no conformidades en el producto final de especialidades, esto para aumentar los resultados productivos del área de Empaque.
- A departamento de Salud y Seguridad Ocupacional:
 10. Ejecutar la propuesta de cero piezas sueltas con base a la herramienta 5's, ampliar los temas para mejorar el orden y limpieza en las áreas y así contribuir a un ambiente laboral óptimo para los colaboradores.

- A departamento de Calidad:
11. Mantener una mejora continua en los procedimientos de orden y limpieza, adoptar el manual elaborado y reforzar con capacitaciones al personal interno y externo del área de Empaque. Así mismo, actualizar cada cierto tiempo los requerimientos de limpieza establecidos.

REFERENCIAS

- Brume, M. (2019). *Estructura organizacional 2019*. Institución Universitaria Itsa.
- Electrónica Steren, S.A. (13 de julio de 2020). *Medidor digital de luminosidad (Luxómetro)*. STEREN. <https://www.steren.com.gt/medidor-digital-de-luminosidad-luxometro-her-408.html>
- García, R. (2011). *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw-Hill.
- Gutiérrez y De la Vara (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. McGraw-Hill.
- Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Misión y visión*. CMI.
- Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Bitácora de fallas de empacadoras enero 2020 a junio 2020*. CMI.
- Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Bitácora de operación especialidades, agosto 2021*. CMI.
- Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Costo de mano de obra operativo de líneas de producción*. CMI.
- Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Registro de producción agosto 2020*. CMI.

Industria Nacional Alimenticia, S.A. (2021). *Reporte de fallas de empacadoras enero 2020 a junio 2020*. CMI.

Salazar, B. (1 de noviembre de 2019). *Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)*. Ingeniería Industrial. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

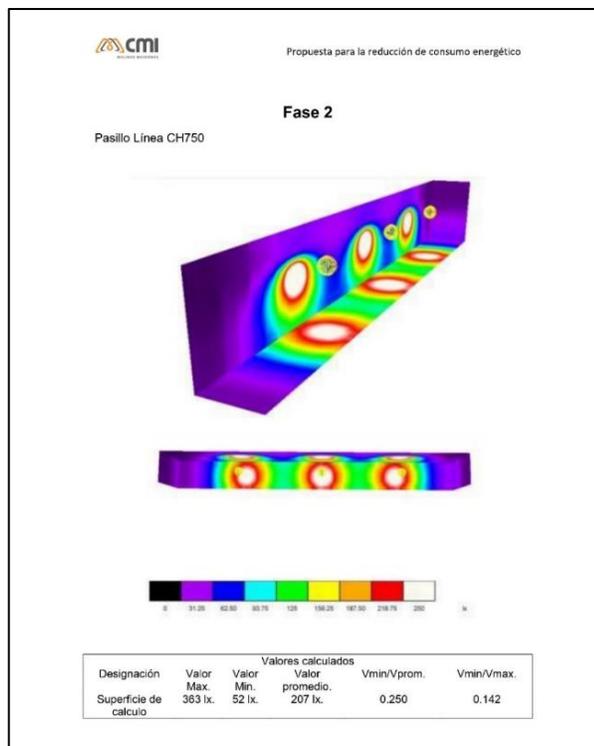
T&ch. (2 de octubre de 2015). *Mesa de trabajo de almacén, ergonomía*. Technology Chemical, S.L. <https://www.tch.es/mesa-de-trabajo-de-almacen-ergonomia/>

Zaporolli, M. (2010). *Manual teórico práctico para los cursos profesionales de preparación y evaluación de proyectos 2, administración de empresas 1 y 2, de la escuela de Mecánica Industrial*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2287_IN.pdf

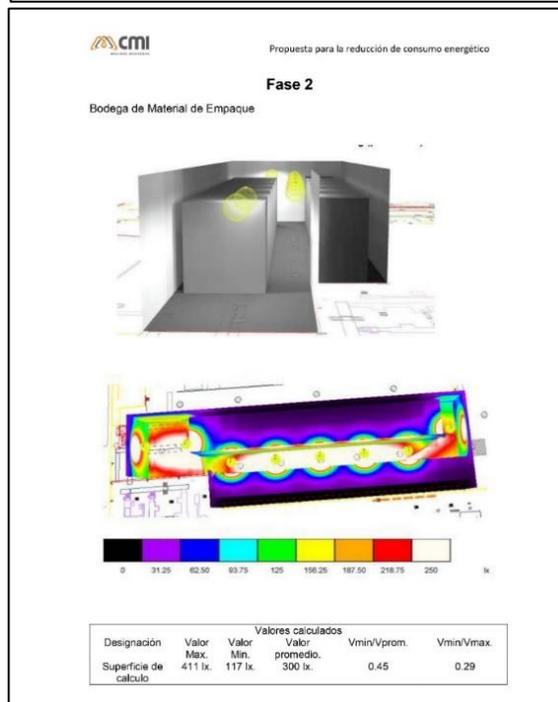
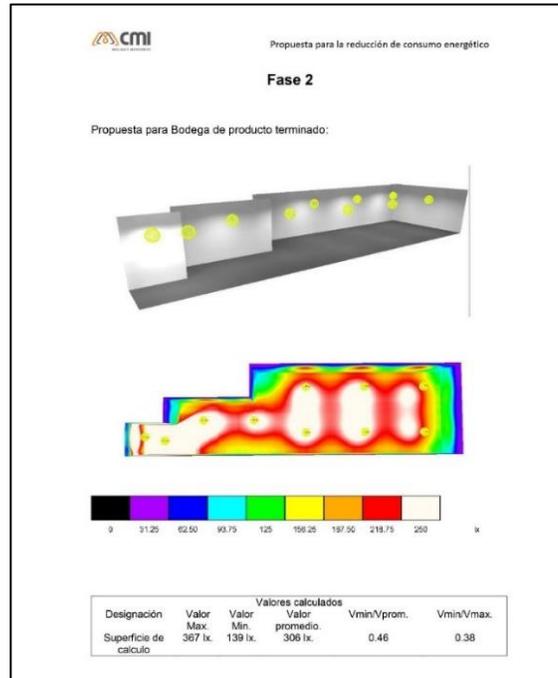
APÉNDICE

Apéndice 1.

Diseño de iluminación áreas



Continuación del apéndice 1.

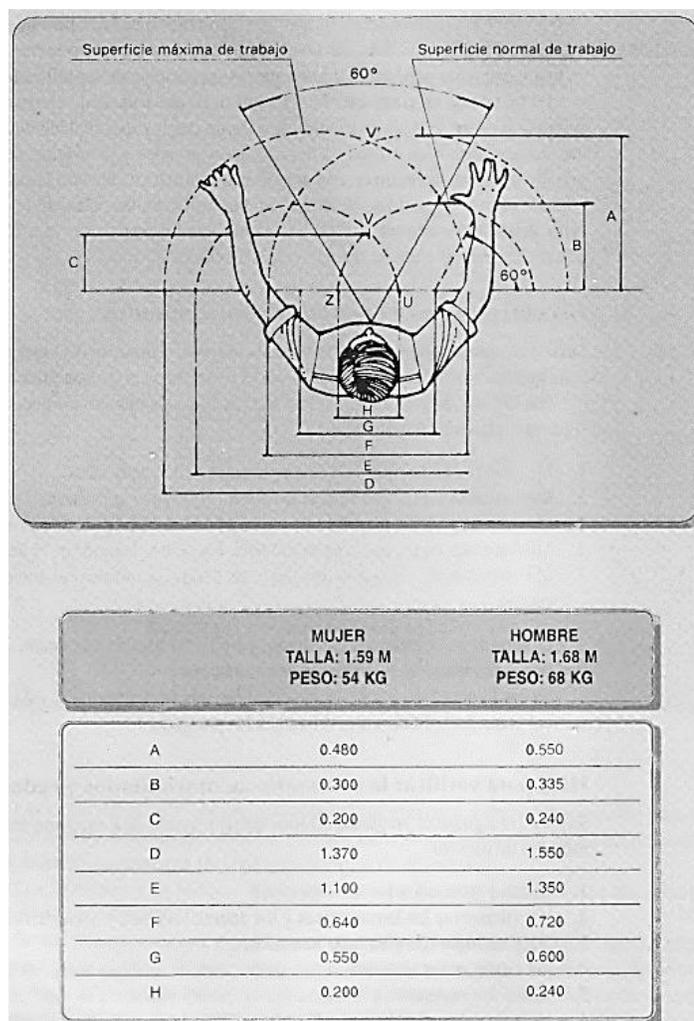


Nota. Diseño de iluminación de áreas identificadas. Elaboración propia, realizado con Dialux 4.12.

ANEXOS

Anexo 1.

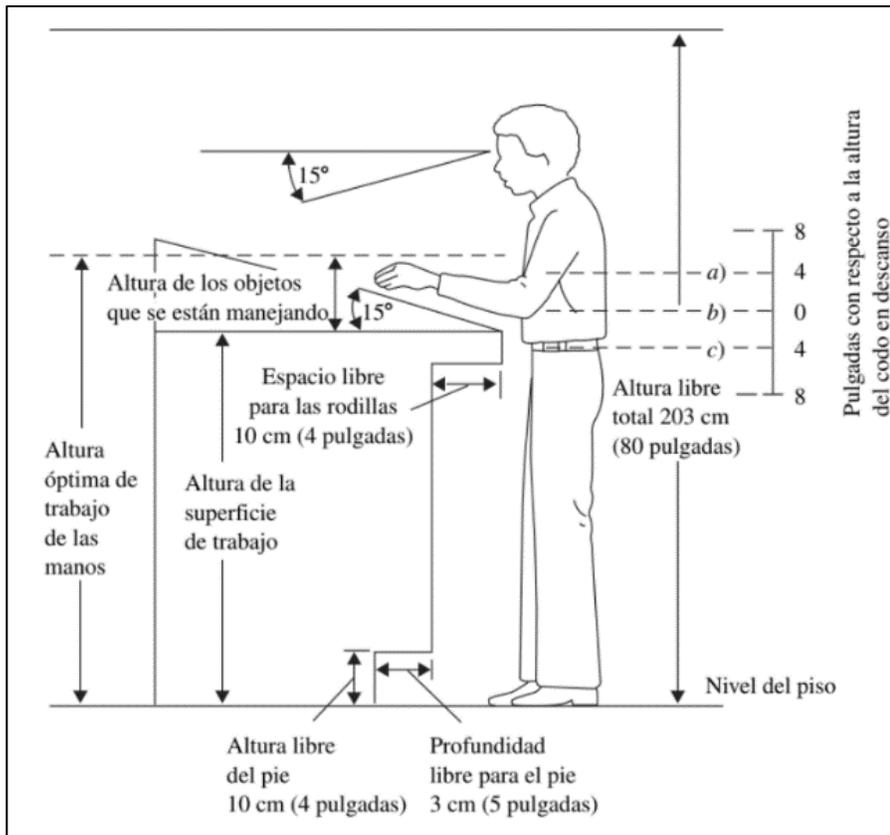
Hoja verificación economía de movimientos y reducción de fatiga



Nota. La figura muestra las posiciones adecuadas para trabajar. Adaptado de R. García (2005). *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo.* (p. 90.) McGraw-Hill.

Anexo 2.

Altura estándar de diseño de trabajo



Nota. La figura muestra la altura adecuada para trabajar. Adaptado de T&ch (2015). *Mesa de trabajo de almacén, ergonomía*. (<https://www.tch.es/mesa-de-trabajo-de-almacen-ergonomia/>), consultado el 15 de febrero de 2021. De dominio público.

Anexo 3.

Luxómetro



Nota. La figura muestra un medidor típico para medir la luminosidad de un lugar determinado. ELECTRÓNICA STEREN, S.A. (2020). *Medidor digital de luminosidad (Luxómetro)*. STEREN. (<https://www.steren.com.gt/medidor-digital-de-luminosidad-luxometro-her-408.html>), consultado el 15 de febrero de 2021. De dominio público.

