

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Mon
658.5
B982
2009



Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

Título:

**“DIAGNÓSTICO Y PLAN DE ACCIÓN PARA
MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LA PLANTA
MANAGUA”**

Autores:

- 1. Br. Joel Ignacio Bustamante Sandoval.**
- 2. Br. Albert Lester Balmaceda Santamaría.**

Tutor:

M. en C. Ing. Aristeu Tadeu De Melo Carvalho

Managua, Nicaragua 5 de agosto de 2009

Dedicatoria

Al Señor, Dios y Padre Eterno, que concede las peticiones de nuestros corazones, para honrarlo y engrandecer su nombre delante de los hijos de los hombres. A Él toda gloria, imperio y poder, por los siglos de los siglos, Amén.

A nuestros padres por haber proveído para la elaboración de esta monografía, llenándonos de apoyo, comprensión, ánimo y paciencia en todo momento.

A nuestro tutor, el M. en C. Ing. Aristeu Tadeu De Melo Carvalho, que con su conocimiento nos condujo paso a paso, hasta lograr un trabajo investigativo de alta calidad.

A los Ingenieros Indiana Pérez, Yáder Moraga, Félix Martínez y Arnoldo Peralta, pero muy especialmente a la Ingeniera Grethel Gómez, por brindarnos confianza, respaldo, apoyo y ayuda dentro de la Planta Managua, para la finalización de este documento.

Resumen

Esta tesis aborda una de las características más importante de cualquier proceso, como es la "Eficiencia". Y en la Planta Managua cobra especial relevancia, dado que enfrenta problemas con el rendimiento de materias primas y el desperdicio de material empaque (estos son los indicadores involucrados en el desarrollo de este trabajo, Yield y Packaging Waste, respectivamente).

Durante un período de 4 años su desempeño ha ido menguando, causando una brecha entre la meta de los indicadores de planta y sus resultados reales, posiblemente ocasionada por grandes desperdicios y deficiente utilización de materia prima, materiales de empaque, producto en proceso y producto terminado.

La Planta Managua ocupa el cuarto lugar en el nivel de rendimiento de insumos en comparación con sus homólogas (en los países de Perú, Brasil, México y Nicaragua) de la región latinoamericana que producen los mismos productos. Por tales razones, se diagnosticaron las causas de la problemática, la cuales son atribuidas mayormente al sistema administrativo y se clasificaron con las M's de: Mando, Motivación, Método, Máquina y Material. Éstas fueron identificadas a través de la aplicación de técnicas como: Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), Diagrama de proceso de flujo, las herramientas básicas de la calidad, Árboles de decisiones; con el fin de diseñar un plan de acción de mejora del desempeño de la planta Managua, frente a sus empresas hermanas de la región.

Las estrategias generadas del plan de acción de mejora, dirigidas principalmente a la Gerencia del Área de Manufactura, son:

- Impartir capacitaciones, talleres y conferencias de las Seis Condiciones de la Eficacia Organizacional a todo el personal bajo su cargo, como: Supervisores de Línea, Operadores y Auxiliares de producción.

- Crear criterio de aprendizaje estándar aceptable, a través de la utilización del método conocido como “Curva de aprendizaje” (calculado con el Método de los Mínimos Cuadrados), para los Operadores y Auxiliares de producción de la planta.
- Modificar la altura de las guías laterales hacia el formador de empaque secundario, la cuál es una pieza de las máquinas empaquetadoras de la Planta Managua.
- Desplegar las etapas de solución planteadas en el plan de acción, para disminuir el desperdicio del material de empaque secundario.

Al desplegar las estrategias de solución, evolucionará la gestión gerencial de manufactura para inducir a las actitudes y conductas convenientes de los empleados, para el buen desempeño de la línea de producción y la satisfacción del cliente externo e interno. Pero si éstas no fueren ejecutadas, la situación actual continuará rindiendo frutos ineficaces en los indicadores clave de rendimiento, generando considerables pérdidas monetarias a la empresa y manteniendo o incrementando la brecha entre las metas de los indicadores y resultados reales de éstos.

Índice

1. Introducción	1
2. Objetivos.....	4
3. Justificación	5
4. Marco Teórico.....	6
CAPÍTULO I	18
5. Diseño metodológico del diagnóstico	18
CAPÍTULO II	21
6. Desarrollo del diagnóstico	21
6.1 Área de proceso: Amase	25
6.2 Área de proceso: Laminación.....	26
6.3 Área de proceso: Horno	32
6.4 Área de proceso: Empaque Primario	41
6.4.1 Máquina de Empaque Primario #1:.....	43
6.4.2 Máquina de Empaque Primario #2:.....	63
6.4.2 Área de proceso: Empaque Secundario.....	89
CAPITULO III	106
7. Plan de acción para mejorar desempeño de la Planta Managua	106
8. Conclusiones	132
9. Recomendaciones.....	135
10. Bibliografía.....	137
11. Anexos.....	139

1. Introducción

La eficiencia es una de las características más importantes de cualquier proceso. Existen varias definiciones de eficiencia, pero en términos generales se puede decir que esta es la capacidad de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, el mínimo de energía, y en el menor tiempo posible. Y en el caso de la Planta Managua cobra especial relevancia, dado que enfrenta problemas con el rendimiento de materias primas y el desperdicio de material empaque (estos son los indicadores involucrados en el desarrollo de este trabajo).

Mejorar la eficiencia, el desempeño y la calidad es una exigencia constante para las industrias nicaragüenses, y esta planta toma participación en este reto como manufacturera de diversos tipos de alimentos que oferta al mercado nacional e internacional. Esta cuenta con 2 líneas de producción para suplir la demanda de sus productos y una de ellas es el blanco de esta investigación monográfica.

Esta empresa es parte de una cadena internacional de alimentos, las cuales son:

- Planta Perú.
- Planta Brasil.
- Planta México.
- Planta Managua, Nicaragua.

(todas estas plantas elaboran los mismos productos)

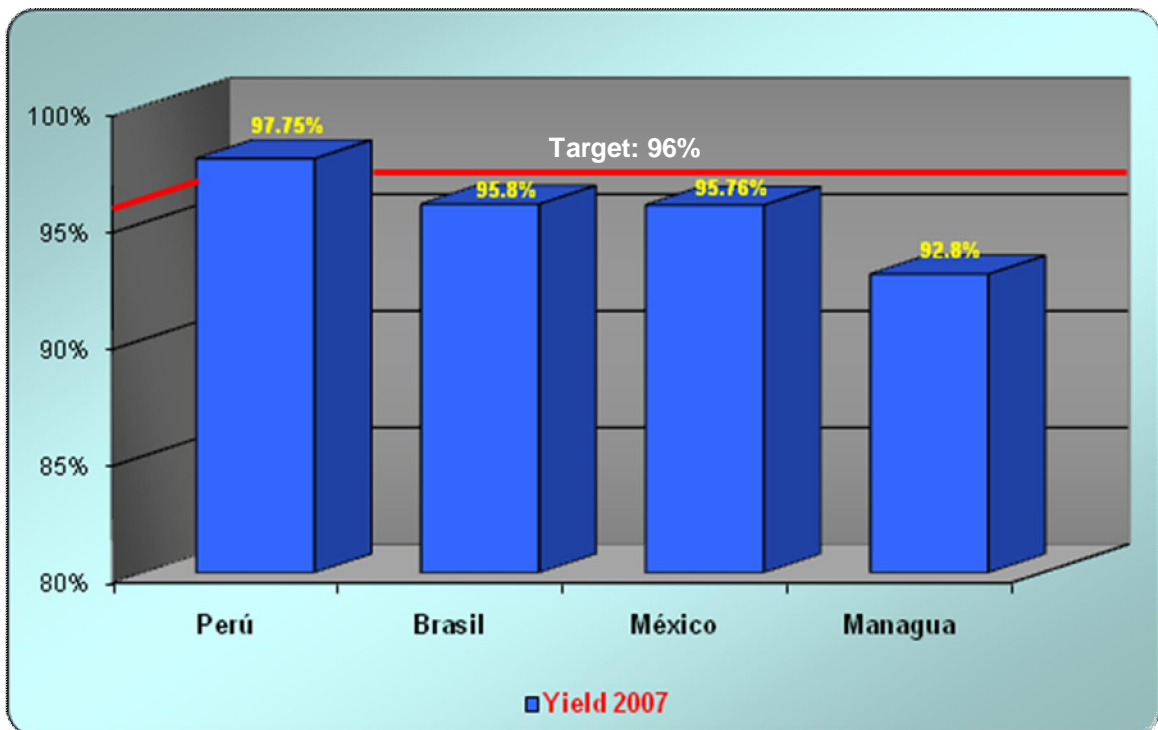
Durante un período de 4 años su desempeño ha ido menguando, causando una brecha entre la meta de los indicadores y sus resultados reales, posiblemente ocasionada por grandes desperdicios y deficiente utilización de materia prima, materiales de empaque, producto en proceso y producto terminado. Este

problema ha causado pérdidas significativas que afectan el futuro del aumento de su capacidad instalada.

De las 4 plantas de alimentos (ver Gráfica A), Managua ocupa el cuarto lugar en el nivel de rendimiento de insumos en comparación con sus homólogas de la región latinoamericana.

Perú es líder en el desempeño operativo teniendo el mayor porcentaje de Yield (Rendimiento) de entre los indicadores claves de rendimiento o KPI's (Key Performance Indicators: Indicadores Claves de Rendimiento), las demás posiciones se muestran a continuación.

Gráfica A: Posiciones de plantas respecto al Indicador “Yield”.



Fuente: Coordinación de Mejora Continua de la Planta Managua

Esta gráfica correspondiente al Yield (Rendimiento global) del año 2007 de las plantas, muestra el nivel porcentual de la cantidad total de producto terminado respecto a los insumos utilizados (materias primas) para producirla en un



periodo de tiempo, así como el Target (meta u objetivo porcentual) de 96% que se quiere alcanzar en el 2008. Este indicador es una guía para identificar la eficiencia de las manufactureras.

Por tales razones, se diagnosticaron las causas de la problemática para proponer un plan de acción de mejora del desempeño de la planta Managua, que le permita incrementar su eficiencia frente a sus homólogas latinoamericanas. Este se construyó aplicando técnicas como, Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), las herramientas básicas de la calidad, Árboles de decisiones, las Seis Condiciones de la Eficacia Organizacional y Curva de aprendizaje.

El análisis de este estudio se enfoca en el producto con el mayor volumen de producción de la planta, el cual se denominará como producto “A”, por razones de confidencialidad de la información de la empresa.



2. Objetivos

2.1 Objetivo general:

2.1.1 Diseñar un plan de acción para mejorar el resultado de los indicadores clave de rendimiento de la planta Managua, perteneciente a la cadena industrial de una marca de productos alimenticios.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1 Diagnosticar las causas directas de la problemática a través del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).

2.2.2 Construir un modelo explicativo de las principales causas raíces del ineficiente resultado de los indicadores, por medio de los 5 ¿por qué?

2.2.3 Generar estrategias de solución que permitan alcanzar las metas de los indicadores clave de rendimiento del producto “A”.



3. Justificación

Para la planta Managua es importante que el aumento de la eficiencia sea una realidad operativa, pues esto representa el mejoramiento de sus indicadores, productividad y el aumento de utilidades al disminuir los costos de operación.

Por tanto, se presenta un plan de acción que desplace a la empresa a una posición más alta en rendimiento de recursos e insumos en comparación con la actual y con sus plantas hermanas latinoamericanas.

El beneficio de esto, se manifiesta si ésta planta eleva el desempeño de su proceso productivo, por ende las utilidades de la transnacional a la cual ésta pertenece aumentarán significativamente por la reducción de desperdicios de materia prima, producto en proceso, producto terminado y materiales de empaque. Además ayuda a la gerencia a tomar medidas para mejorar los indicadores de rendimiento monitoreados por la empresa, problemas de faltantes que elevan los costos a causa de la ineficiencia, evitar problemas con la calidad del producto y conocer la reacción del personal de planta, en cuanto a la creación y actualización de instrucciones de trabajo requerido por la norma ISO 9001:2000, la cual solicita a la gerencia la disponibilidad de instrucciones de trabajo que detallen a fondo las operaciones y actividades con sus respectivas especificaciones relacionadas con maquinaria y equipos, que cada trabajador debe realizar.

4. Marco Teórico

En esta sección se explican las definiciones necesarias para la comprensión del contenido de este documento.

4.1 Indicador

Estos índices de gestión son unidades de medida gerencial que permiten evaluar el desempeño de una organización en relación a sus metas, objetivos y las responsabilidades con los grupos de referencia.

4.2 Indicadores claves de producción (KPI's, Key Performance Indicators)

Por efectos de limitaciones de tiempo para la realización de esta tesis, solamente se analizarán los 2 indicadores claves más relevantes de la situación actual en que la planta Managua se encuentra, los cuales son:

4.2.1 Rendimiento (Yield): Refleja la proporción entre las cantidades totales producidas, según peso declarado en la etiqueta, en un periodo de tiempo y la materia prima utilizada, considerando las pérdidas y afectaciones por la humedad teórica final de la masa (por proceso de cocción).

Se calcula de la manera siguiente:

$$Yield = \frac{A}{[(B + C)/(1 - \% h)] + R} * 100 \%$$

Donde:

A: Cantidad total de producto terminado.

B: Son todos los ingredientes (materias prima: líquidas y sólidas) que se mezclan para después ser procesados.

C: El material quebrado producido en la línea de producción que se utiliza para reprocesarlo con los ingredientes.



% h: Porcentaje de humedad que contiene la mezcla de ingredientes debido a la adición de MP0046.

R: Aplicación de MP0086 sobre el producto cocido.

4.2.2 Desperdicio de papel de empaque (Packaging Waste): Indica la diferencia porcentual del material de empaque desperdiciado en la línea de producción y la cantidad total usada o requerida a la bodega de material de empaque.

Este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Packaging Waste} = \frac{\text{Kg. de material de empaque desperdiciado.}}{\text{Kg. totales de material de empaque usado o requerido.}}$$

4.3 Análisis modal de Fallos y Efectos (AMFE)

Es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio o en un proceso. Por lo tanto, para este estudio fue conveniente utilizar el AMFE de proceso para la búsqueda de acciones que mejoren el desempeño de la empresa. Seguidamente se presenta la estructura:

Tabla A: Formato del AMFE utilizado en el diagnóstico

Área	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				Acciones de mejora	Responsable de la ejecución / fecha límite	Condiciones deseadas					
						Controles actuales	Indicadores					Indicadores					
							G	O	D			IPR	G	O	D	IPR	
Laminación																	
Horno																	
Empaque Primario	Máquina de Empaque Primario #1																
	Máquina de empaque primario #2																
Empaque secundario																	

El principal interés del AMFE es resaltar los puntos críticos de la línea y la detección del fallo producido por el usuario del equipo o proceso analizado, denominado cliente, con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias.

A continuación la definición de los elementos del AMFE:

Fallo: Es cuando el proceso no cumple satisfactoriamente la prestación que de él se espera (función).

Modo de Fallo: Es la forma de la falla de las funciones en el proceso. Ejemplo: Producto no apilado, Producto no alineado, paquete no sellado, etc.

Efecto de fallo: Es la consecuencia inmediata que pueda traer consigo la ocurrencia del modo de fallo.

Cliente: Se considera cliente tanto al usuario final (cliente externo) como la operación o fase siguiente en el proceso (cliente interno).

Pasos para desarrollar el AMFE:

1. Establecimiento del tipo de AMFE a realizar, su objeto y límites: Se definió de manera precisa el producto y el proceso a estudiar. Para esto fue recomendable la construcción de un diagrama de proceso de flujo.
2. Análisis de las funciones del proceso seleccionado: Fue necesario un conocimiento exacto y completo de las funciones de las áreas del proceso para identificar los modos de fallo.
3. Determinación de los modos de fallo: Para cada función definida en el paso anterior, se identificaron todos los modos de fallo. Esto es un paso crítico y por eso se utilizaron todos los datos necesarios de la tarea (estudios anteriores e información confidencial de la empresa).



4. Establecimiento de los efectos de fallo: Se identificaron todas las posibles consecuencias que pueden implicar para el cliente (interno o externo, según el caso).
5. Determinación de las causas de cada fallo, directas o indirectas. Para el desarrollo de este paso se utilizó la herramienta Árboles de causas.
6. Identificación de sistemas de controles actuales: En este paso se buscaron los controles diseñados para prevenir las causas del fallo, tanto las directas como indirectas, o bien para detectar el modo de fallo resultante.
7. Determinación de los indicadores de evaluación para cada modo de fallo: Existen tres indicadores de evaluación:
 - Indicador de Detección (D): Evalúa para cada causa la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de fallo resultante antes de llegar al cliente, en una escala del 1 al 10 (véanse Tabla B). Para determinar el indicador D se supondrá que la causa de fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el modo de fallo resultante.

Tabla B: Clasificación de la facilidad de Detección del modo o causa de fallo.

Nivel	Criterio	Valor
Muy Alto	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alto	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 - 3
Mediano	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en las últimas tareas de producción.	4 - 6



Pequeño	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 - 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9 - 10

Fuente: www.fundibeq.org y Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2 da. Edición, McGraw – Hill, México D.F.

- Indicador de Gravedad (G): Evalúa la gravedad del efecto o consecuencia para el cliente de un determinado fallo. La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10 y es en función de la mayor o menor insatisfacción del cliente interno o externo. Cada una de las causas potenciales correspondientes a un mismo efecto se evalúa con el mismo indicador de gravedad. En caso que una misma causa pueda contribuir a varios efectos distintos del mismo modo de fallo, se le asignará el indicador de gravedad mayor. Ver siguiente Tabla:

Tabla C: Clasificación de la Gravedad del efecto según la repercusión en el cliente/usuario.

Nivel	Criterio	Valor
Muy Bajo Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Bajo Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2 – 3
Moderado Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4 – 6
Alto	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 – 8
Muy Alto	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9 - 10

Fuente: www.fundibeq.org y Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2 da. Edición, McGraw – Hill, México D.F.



- Indicador de Ocurrencia (O): Evalúa la probabilidad que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales en una escala del 1 al 10 (véase Tabla D). Para su evaluación, se tendrán en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa potencial del fallo.

Tabla D: Clasificación de la frecuencia/probabilidad de Ocurrencia del modo de fallo

Nivel	Criterio	Valor
Muy Bajo Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Bajo	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 - 3
Moderado	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4 - 5
Alto	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6 - 8
Muy Alto	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9 - 10

Fuente: www.fundibeq.org y Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2 da. Edición, McGraw – Hill, México D.F.

- Calcular para cada Modo de Fallo el **Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)**: Para cada causa, de cada uno de los modos de fallos se calculó el Índice de Prioridad de Riesgo, multiplicando los indicadores de Gravedad (G), de Ocurrencia (O) y de Detección (D).

$$IPR = G * O * D$$

El valor resultante puede variar entre 1 y 1,000 puntos, siendo este último el puntaje de mayor riesgo. Todo modo de fallo con IPR menor de 99 puntos no será incluido en las acciones de mejora, excepto cuando tenga un nivel de gravedad “Muy Alto” (ver Tabla: C).

9. Proponer acciones de mejora (Plan de acción): Obtenidos los IPR mayores a 99 puntos, se establecieron acciones de mejora (correctoras o contingentes) para reducir o eliminar este índice, así mismo se precisaron los responsables y las fechas límites para la implementación de éstas. De esta manera se pudo estimar las condiciones (valoraciones) deseadas de los indicadores del AMFE y calcular un nuevo IPR.

4.4 Los 5 ¿Por qué?

Los Cinco ¿Por qué? es una técnica sistemática de preguntas que fue utilizada durante la fase de diagnóstico con árboles de decisiones, para buscar las causas principales de los problemas en planta. La técnica requiere que las personas que la realicen pregunten “¿Por qué?” al menos 5 veces, para encontrar las raíces causantes del asunto en análisis.

Para el desarrollo de esta técnica es necesario realizar los siguientes pasos:

- a) Aplicación de lluvia de ideas.
- b) Después que las causas hayan sido identificadas, empezar a preguntar “¿Por qué así?” o “¿Por qué está pasando esto?”, etc.
- c) Continuar preguntando ¿Por qué?, como mínimo cinco veces con el objetivo de ser más certeros en las conclusiones y no conformarse con causas aparentes y superficiales.

4.5 Gráfico circular o de pastel: es una representación grafica de un círculo completo, en cuya superficie muestra secciones de las frecuencias de las causas principales del problema. Esta puede ser construida en una hoja de Microsoft Office Excel de cualquier versión.

4.6 Herramientas básicas de calidad

4.6.1 Diagrama de Pareto

Es una técnica de análisis de datos que se utilizó para conocer las causas principales del problema y poder dirigir esfuerzos sobre éstas, identificándolas

con la separación de las que tienen menor importancia (muchas triviales) y las de mayor incidencia (pocas vitales), mediante una gráfica de barras que muestra el 20% de las factores que originan el 80% del problema.

Para construir el diagrama se siguieron estos pasos:

1. Identificación y delimitación el problema o área de mejora.
2. Establecimiento del período de recolección de datos y recolectar los datos con ayuda de hoja de registro para facilitar el manejo de la información.
3. Ordenamiento de los datos recolectados de manera descendente conforme a la frecuencia de ocurrencia (o costo, según sea el caso).
4. Cálculo de la frecuencia acumulada y el porcentaje de la frecuencia acumulada.
5. Construcción de la gráfica, colocando en el eje vertical izquierdo las frecuencias de ocurrencia de cada modo de fallo, en el eje vertical derecho el porcentaje de la frecuencia acumulada y ubicación de izquierda a derecha en el eje horizontal los fallos en orden descendente, trazo de las barras y la curva del porcentaje acumulado.

4.6.2. Estratificación

Es el análisis de problemas, quejas, fallas o datos clasificándolas de acuerdo con los factores que se piensa pueden influir en la magnitud de los mismos. Este método se aplicó para la recolección de información, organizándola por área, maquinaria, turno, material y fallas.

Para desarrollar esta herramienta se procedió a:

1. Determinación con discusión y análisis de los factores a estratificar.
2. Mediante la colección de los datos se evaluó la situación actual de las características seleccionadas y utilización de éstas a través de hojas de registros y diagramas de Pareto.

4.6.3 Hoja de Verificación o Registro

Es un método en el cual se lleva control a través de un formato de recolección de datos y pueden ser utilizados en análisis posteriores aplicables en diferentes áreas del proceso, como datos de productos no conformes y ubicación de defectos. Esta técnica fue aplicada para la colección de datos de frecuencias de las fallas, de donde se construyeron las gráficas de Pareto.

4.7 Lluvia de ideas (Brainstorming)

La lluvia de ideas o Brainstorming, también denominada tormenta de ideas es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Fue utilizada para complementar la construcción de árboles de decisiones, a fin de encontrar todas las ideas sobre las causas de la problemática, las funciones de las áreas del proceso, modos de fallo y sus respectivos efectos.

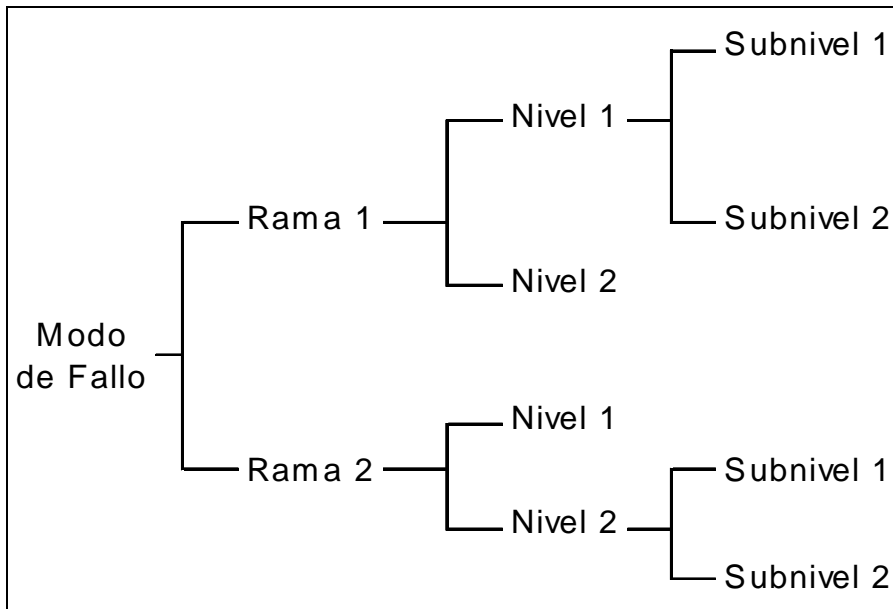
Las reglas para la aplicación de esta herramienta son:

- Enfatizar la cantidad y no la calidad de las ideas.
- Evitar críticas, evaluaciones o juzgamientos de las ideas presentadas.
- Presentar las ideas que surgen en la mente, sin elaboraciones o censuras.
- Estimular todas las ideas, por muy malas que ellas puedan parecer.
- Utilizar las ideas de otros para crear nuevas a partir de ellas.

4.8 Árbol de decisiones

Es una herramienta que ayuda a realizar elecciones adecuadas entre muchas posibilidades, con la exploración de las diferentes alternativas posibles de decisión, complementado con los 5 ¿Por qué? En este caso fue utilizado para plantear las diversas causas de las fallas en el proceso, por eso, aquí se le denomina como Árbol de causas. A continuación se muestra el esquema:

Formato de Árbol de causas para análisis de alternativas



Para corroborar las causantes raíces se utilizaron las siguientes preguntas:

1. ¿Qué decisión se quiere tomar con respecto a todas las alternativas?
2. ¿Cuáles son los datos necesarios para sustentar la decisión?
3. ¿Dónde están los datos?
4. ¿Cómo recopilar los datos?
5. ¿Qué tipo de procesamiento van a dar los datos para obtener la evidencia?

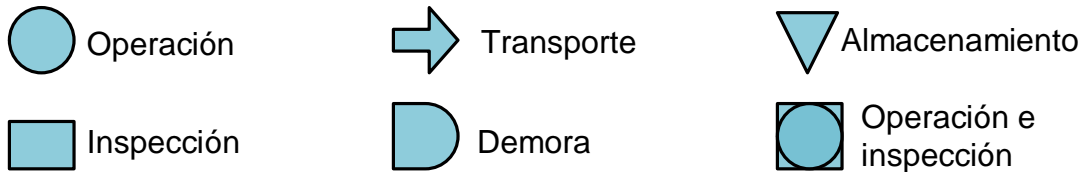
A partir de esto, los problemas pueden ser resumidos en las 9 M's: Máquina, Materia prima, Método, Medio ambiente (del producto), Medición, Mano de obra, Mando, Motivación, Money (dinero).

4.9 Diagrama de Proceso de Flujo:

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Este se utilizó para representar paso a paso las actividades

de cada área del proceso, desde el almacenaje de la materia prima, su transformación y empaquetado como producto terminado.

Su simbología es la siguiente:



4.9.1 Operación: Se mezcla, se cambia o se añade algo.

4.9.2 Transporte: Se cambia de lugar o se mueve la materia prima o el producto semi-elaborado o producto terminado.

4.9.3 Almacenamiento: Se guarda o protege la materia prima, producto semi-elaborado o producto terminado.

4.9.4 Inspección: Se verifica, se comprueba o se controla las variables de calidad del producto en el proceso.

4.9.5 Demora: Se produce cuando las condiciones no permiten una ejecución inmediata de la próxima acción.

4.9.6 Operación e inspección: Se realiza simultáneamente una operación e inspección.

4.10 Muesca: Rectángulo de color negro que sirve como referencia para el centrado del material de empaque respecto al producto y es el punto de partida para realizar el ajuste del margen de corte del paquete.



4.11 Fococelda: Ojo electrónico que cumple con la función de mantener el centrado del papel durante el proceso de empaque, además facilita la impresión del código del producto en sincronización con otro dispositivo.

4.12 Bobina: Objeto cilíndrico de cartón sólido, donde viene plegado el material de empaque.

4.13 Mordazas: Sistema de corte y sellado transversal en caliente, compuesto por dos cuchillas ubicadas verticalmente a la trayectoria del producto en el empaquetamiento.

4.14 Discos de sellado longitudinal: Este componente está conformado por un disco frío y 2 calientes, los cuales tienen la función de acomodar y sellar a lo largo del paquete

4.15 Sellado transversal: Sellado de las mordazas a lo ancho del paquete.

4.16 Sellado longitudinal: Sellado de los discos a lo largo de la parte inferior del paquete.

4.17 Entrevista Estructurada: Es una serie de preguntas previamente establecidas para captar información básica y fundamentar las hipótesis sobre el problema. Se empleó para validar la veracidad de las causas raíces de cada modo de fallo presentadas en los árboles de decisiones, siendo dirigidas a los involucrados de la problemática.

CAPÍTULO I

5. Diseño metodológico del diagnóstico

En esta sección describe las etapas de la investigación y los medios para alcanzar los objetivos planteados.

Esta investigación explica y describe la situación actual, las condiciones y los parámetros que posicionan a la Planta Managua en el cuarto lugar en rendimiento de materia prima, también expresa ampliamente el porqué de la producción excesiva de desperdicio de material de empaque, logrando exteriorizar las causas raíces de los problemas encontradas en el proceso productivo del producto “A”, a fin de construir un plan de mejora de resultados de los KPI's, o sea incrementar el desempeño de la planta.

La metodología utilizada se enfoca numéricamente, pues se recolectaron todas las frecuencias de los modos de fallos identificados en cada área del proceso (a través de hojas de registros) y resultados previos de los indicadores claves de rendimiento (KPI's), que la empresa utiliza como pivote para monitorear y controlar: el desempeño de la línea de producción y la eficiencia de los insumos utilizados. También se orienta cualitativamente, porque se investigó información relevante para analizar la problemática por medio de diversas tipos de entrevistas.

La cantidad de tiempo de muestreo de frecuencias en cada área del proceso, se definió en base a su incidencia en los resultados de indicadores, por ejemplo: en el área de empaque primario y secundario se identificaron una mayor cantidad de modos de fallo del proceso, por tal razón se necesitaron más días en este tipo de áreas. Luego de esto, toda la información se registró en las hojas correspondientes a las etapas del proceso y se graficaron de manera estratificada.



La situación de esta empresa ya está definida desde hace 4 años, por lo tanto los datos fueron recolectados de forma retrospectiva, pues tampoco los investigadores intervinieron en la ocurrencia del fenómeno en estudio.

Metodológicamente la investigación se define como no experimental, con obtención de información de corte transversal, porque en la recopilación de datos de la situación actual de la planta no se manipula ninguna de las variables en estudio, pero si se muestran las conclusiones alcanzadas.

Se definió a la Planta Managua como el universo de investigación, para la obtención de los datos y la información necesaria, a fin de desarrollar los objetivos del estudio.

Las unidades muestrales de este universo están definidas como: líneas de producción de la planta, maquinarias, procedimientos, puestos de trabajo. Así mismo, las unidades de análisis son: áreas del proceso productivo, operadores, Supervisores de línea y sus puestos de trabajo respectivamente, y máquinas específicas de cada área.

Por lo tanto esta muestra es dirigida, porque se seleccionan cuidadosamente a las personas indicadas que tienen información valiosa para el desarrollo del estudio.

Se utilizaron técnicas como: entrevistas semi-estructuradas que permiten introducir algunas preguntas adicionales, para profundizar en las capacidades, habilidades y actitudes del personal de manufactura. También se aplicaron entrevistas abiertas, donde existe mucha flexibilidad para manejar la interacción comunicativa y ahondar en percepciones y directrices operativas de las unidades de análisis. Además se empleó una serie de entrevistas estructuradas previamente construidas para confirmar las causas raíces identificadas en los árboles de decisiones. Estas se realizaron en sesiones informales y programadas con las



personas involucradas, o sea con el Gerente de Manufactura, Coordinador de Mejora Continua, Supervisor de línea y de Mantenimiento Industrial, trabajadores de planta y Auditores de calidad.

Al analizar a plenitud la información se procedió a diseñar la propuesta del plan de acción de mejora del desempeño de la planta Managua, por medio de la aplicación de las Seis Condiciones de la Eficacia Organizacional y Curva de aprendizaje, principalmente. Posteriormente se generan las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación.

CAPÍTULO II

6. Desarrollo del diagnóstico

Para desarrollar este análisis se utilizó la herramienta AMFE aplicada al proceso. El área de acción fue delimitada para uno de los productos de la Planta Managua, abarcando desde la primera operación (transformación de la materia prima) hasta el producto terminado.

Se estudiaron todas las áreas del proceso definidas por la Gerencia de manufactura, las cuales son: Amase, Laminación, Horno, Empaque primario y Empaque secundario, con el fin de identificar y analizar las funciones de éstas.

Se observaron las operaciones durante 3 días consecutivos por 8 horas cada día dentro de la planta, a fin de recolectar información sobre las tareas productivas y las características que adquiere el producto a lo largo de la línea de producción, a través de entrevistas informales a los operadores.

Para establecer las fallas que ocurren y sus efectos reales, se consideró la manera en que cada función definida puede fallar en cumplir con los requerimientos de su área.

En cada modo de fallo determinado se identificaron los efectos provocados, o sea, todas las consecuencias que implican para el cliente, externo o interno. Además se investigaron las causas superficiales y raíces a través de la utilización de la técnica 5 ¿Por qué?, para la construcción del árbol de causas, elaborado con los aportes de los involucrados con las fallas del proceso.

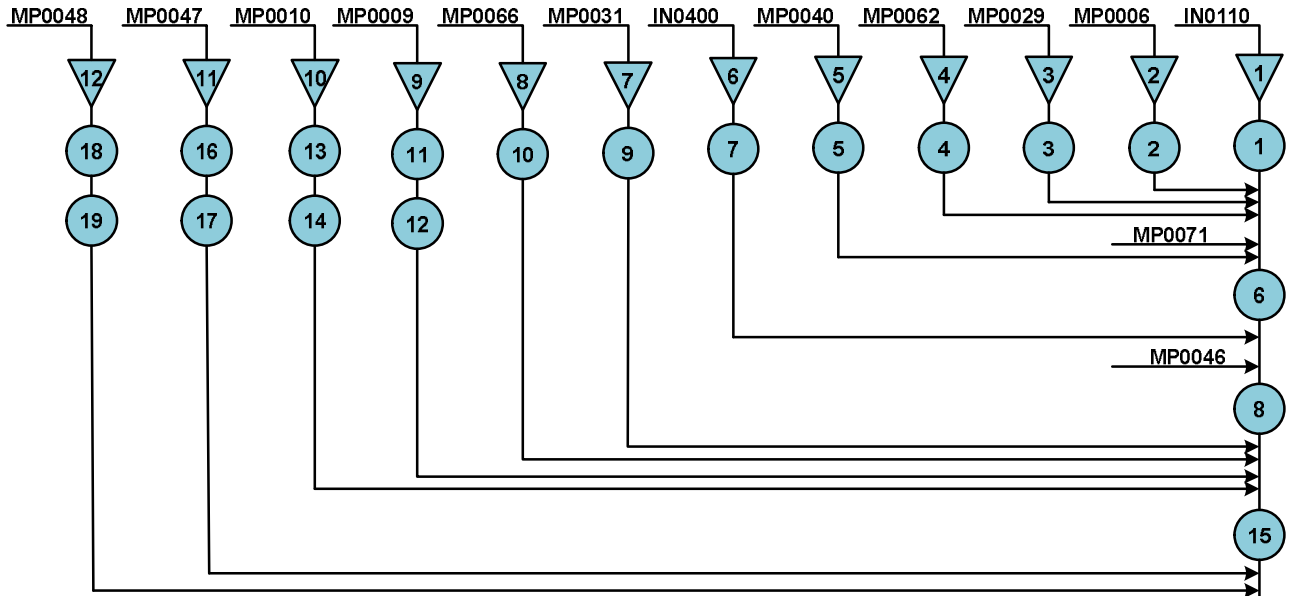
Todas las frecuencias de los diferentes modos de fallo de cada función identificada y sus respectivos efectos, fueron registradas en una hoja de verificación correspondiente a cada área del proceso.



El proceso de producción del producto “A” inicia con la mezcla de la materia prima y luego pasa al resto de las tareas. Estas se muestran en el siguiente diagrama.

Diagrama de proceso de flujo del producto “A” de una de las líneas de producción.

Asunto:	Diagramado		Fábrica:	Planta Managua
Diagrama #:	1	de	1	Área: Manufactura
Tipo de diagrama:	Hombre <input type="checkbox"/>	Material <input checked="" type="checkbox"/>	Método:	Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>
Diagramado por:	Autores de esta monografía		Fecha:	15/04/2009



Almacenamiento:

1. Almacenado en bodega de IN0110.
2. Almacenado en bodega de MP006.
3. Almacenado en bodega de MP0029.
4. Almacenado en bodega de MP0062.
5. Almacenado en bodega de MP0040.
6. Almacenado en bodega de IN0400.
7. Almacenado en bodega de MP0031.
8. Almacenado en bodega de MP0066.
9. Almacenado en bodega de MP0009.
10. Almacenado en bodega de MP0010.
11. Almacenado en bodega de MP0047.
12. Almacenado en bodega de MP0048.

Operaciones:

1. Depositado de IN0110 en máquina Mezcladora.
2. Depositado de MP006 en máquina Mezcladora.
3. Depositado de MP0029 en máquina Mezcladora.
4. Depositado de MP0062 en máquina Mezcladora.
5. Depositado de MP0040 en máquina Mezcladora.
6. Mezclado de ingredientes durante 4 minutos en la máquina Mezcladora, a velocidad baja.
7. Depositado de IN0400 en máquina Mezcladora.
8. Mezclado ingredientes durante 4 minutos en la máquina Mezcladora, a velocidad baja.
9. Depositado de MP0031 en máquina Mezcladora.
10. Depositado de MP0066 en máquina Mezcladora.
11. Diluido de MP0009 en máquina Mezcladora.
12. Diluido de MP0009 en máquina Mezcladora.
13. Diluido de MP0010 en máquina Mezcladora.
14. Depositado de MP0010 en máquina Mezcladora.
15. Mezclado de ingredientes durante 1 minuto en la máquina Mezcladora, a velocidad baja.
16. Diluido de MP0047 en máquina Mezcladora.
17. Depositado de MP0047 en máquina Mezcladora.
18. Diluido de MP0048 en máquina Mezcladora.
19. Depositado de MP0048 en máquina Mezcladora.
20. Mezclado de ingredientes durante 7 minutos en la máquina Mezcladora, a velocidad baja.
21. Fermentado durante 4 horas.
22. Ascenso de artesa y descargue de la masa en tolva del desmenuzador.
23. Desmenuzado de masa

Transportes:

1. Artesa hacia zona de fermentación.
2. Hacia volteador.
3. A tren de laminación.

Operación e Inspección

1. Control de temperatura y descargue de la masa de máquina mezcladora a la artesa.

Inicia área de laminación →

A pág. 22 →

Almacenamiento:

- 13. Almacenado en bodega de MP0016.
- 14. Almacenado en bodega de MP0086.
- 15. Almacenado en bodega de ME0208 (material de empaque primario).
- 16. Almacenado en bodega de ME0296 (material de empaque secundario).

Operaciones:

- 24. Compactado de masa en carro Lapper y laminado en rodillos.
- 25. Corte con copas del molde para formar el producto.
- 26. Descargue de MP0016 en tolva del Rociador.
- 27. Rociado de MP0016 sobre el producto.
- 28. Horneado del producto durante 3 minutos y 10 segundos.
- 29. Trasegado de MP0086 a Esprayadora.
- 30. Esprayado de MP0086 sobre el producto.
- 31. Apilado de producto en bandas.
- 32. Alimentado de producto a máquina de empaque primario.
- 33. Ajuste de papel en brazos mecánicos de la empacadora.
- 34. Centrado de papel respecto al producto.
- 35. Formado y sellado longitudinal de paquete.
- 36. Corte y sellado transversal de paquete a velocidad entre 130 - 140 paquetes/minutos.
- 37. Ajuste de papel secundario en brazos mecánicos de la empacadora.

Transportes:

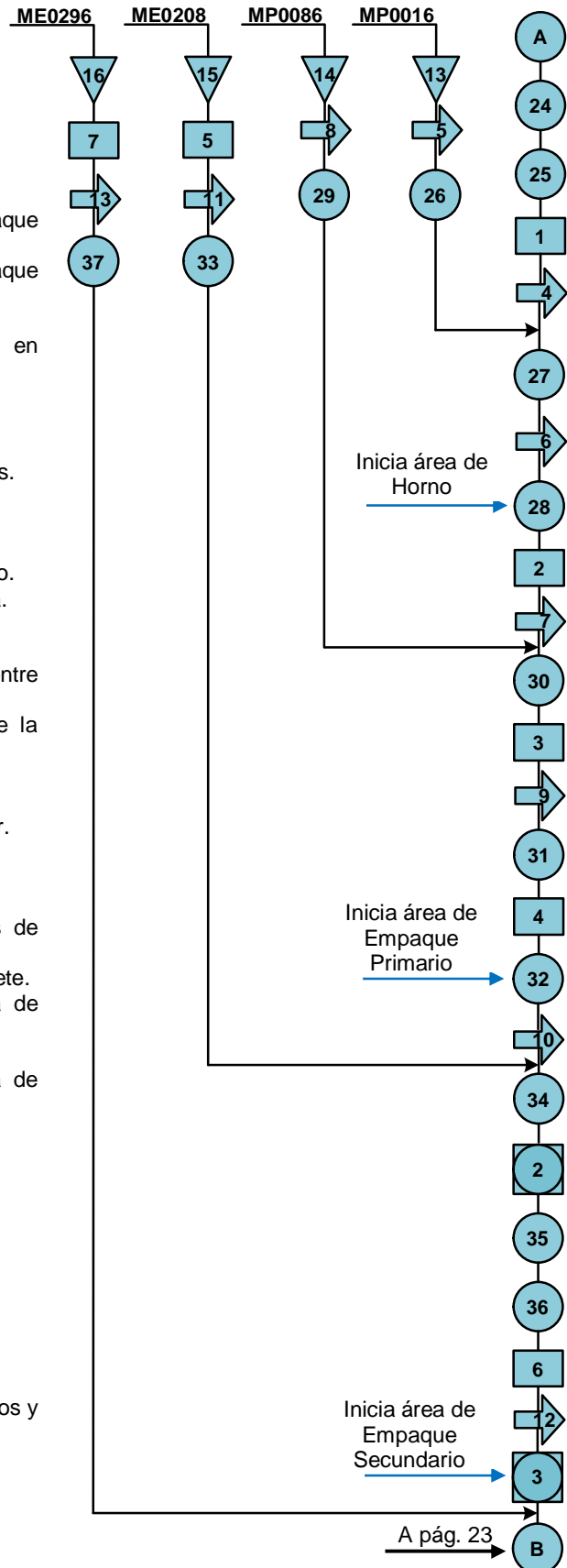
- 4. Hacia Rociador de MP0016.
- 5. De bodega de materia prima de MP0016 hacia Rociador.
- 6. Del Rociador hacia Horno.
- 7. De horno hacia Esprayadora de MP0086.
- 8. De bodega de MP0086 hacia Esprayadora.
- 9. Transporte en bandas de enfriamiento hacia bandas de apilado.
- 10. Traslado del producto en pines hacia formador de paquete.
- 11. De bodega de material de empaque hacia máquina de empaque primario.
- 12. Hacia empaque secundario.
- 13. De bodega de material de empaque hacia máquina de empaque secundario.
- 14. Hacia formador de empaque secundario.

Inspecciones:

- 1. Control de peso crudo del producto.
- 2. Control de peso sin rociado de MP0086.
- 3. Control de peso con rociado y altura del producto.
- 4. Revisión del producto apilado.
- 5. Inspección de material de empaque primario.
- 6. Inspección de sellado transversal y longitudinal.
- 7. Inspección de material de empaque secundario.

Operación e Inspección

- 2. Codificado y verificado de código de empaque primario.
- 3. Alimentado de paquetes en pines y verificado de sellados y código.



Almacenamiento:

17. Almacenado en bodega de producto terminado.

Operaciones:

38. Formado y sellado longitudinal de empaque secundario.
39. Corte y sellado transversal del sobre empaque a velocidad entre 21 – 24 paquetes/minutos.
40. Empaque final de los empaques secundarios.

Transportes:

1. Hacia empaquetado final.
2. Hacia bodega de producto terminado.

Inspecciones:

1. Inspección del sellado transversal, longitudinal y código de empaque secundario.

Operación e Inspección

4. Codificado y verificado de código de empaque secundario.



La primera área de análisis es Amase, la cual se desarrolla a continuación:

6.1 Área de proceso: Amase

En esta área no se presentaron fallas en todo el período de observación de 2 días por 8 horas cada día. El proceso de amase (ver, desde la operación #1 hasta la #21 en el Diagrama de proceso de flujo) es estable debido a la precisión de la cantidad de cada ingrediente y a la adición ordenada de los mismos, complementado por el cumplimiento exacto de las instrucciones de mezclado para el producto “A” por parte de los mezcladores y a las calibraciones mensuales de los instrumentos de medida. Por ende, no se presenta ninguna hoja de registro para esta área.

Para fortalecer este nivel de confianza se realiza una auditoría de calidad interna semestral en el área de amase, la cual consiste en inspeccionar los puntos



críticos de control, el cumplimiento de los instructivos y el llenado de las hojas de registro de mezclado. El Check List o Lista de Verificación utilizado para esta revisión es el siguiente:

Tabla #1: Check List de Validación de Puntos de Control de Líneas

Logotipo de la empresa	Validación de puntos de control de líneas	Código	ISO 9001:200
		Fecha	11 de julio 2008
		Revisión	00

Alcance: Calidad Seguridad Seguridad Física Medio Ambiente Mejora Continua

Línea: Turno: Diurno Nocturno Fecha: Producto:

Área	Punto de Control	Especificación	Dato real	Acciones inmediatas	Observaciones
Amase	1	¿Se encuentra el área limpia?			
	2	¿Se cumplen las BPM?			
	3	Cantidad de reproceso agregado (Lb)			
	4	Cantidad de agua adicionada			
	5	Temperatura del agua (°C)			
	6	Orden de adición de ingredientes			
	7	Temperatura del encremado (°C)			
	8	Temperatura final de la masa (°C)			
	9	Verificación de Hoja de Mezcla			

Fuente: Gerencia de Manufactura

Por lo tanto, esta área queda excluida del AMFE, a causa de no tener frecuencias de modos de fallo que se puedan valorarse en este estudio.

6.2 Área de proceso: Laminación

En esta área se requirió de 16 horas (8 horas/día) para construir la hoja de registro de las frecuencias de los modos de fallo y se consultó con el departamento de Investigación y Desarrollo (R&D, Research and Development), con los operadores del área y con los anteriores a esta.



Para la obtención de las frecuencias de los modos de fallo se observó y midió consecutivamente 4 días por 8 horas cada día, haciendo uso de la Hoja de Registro #1, donde se muestran las frecuencias totales.

La información detallada de las ocurrencias de los modos de fallo, función, efectos y causas, es mostrada en la Tabla # 1 del Apéndice 1. Véase también de la operación #22 – #25 del Diagrama de proceso de flujo (pág. 23 – 24).

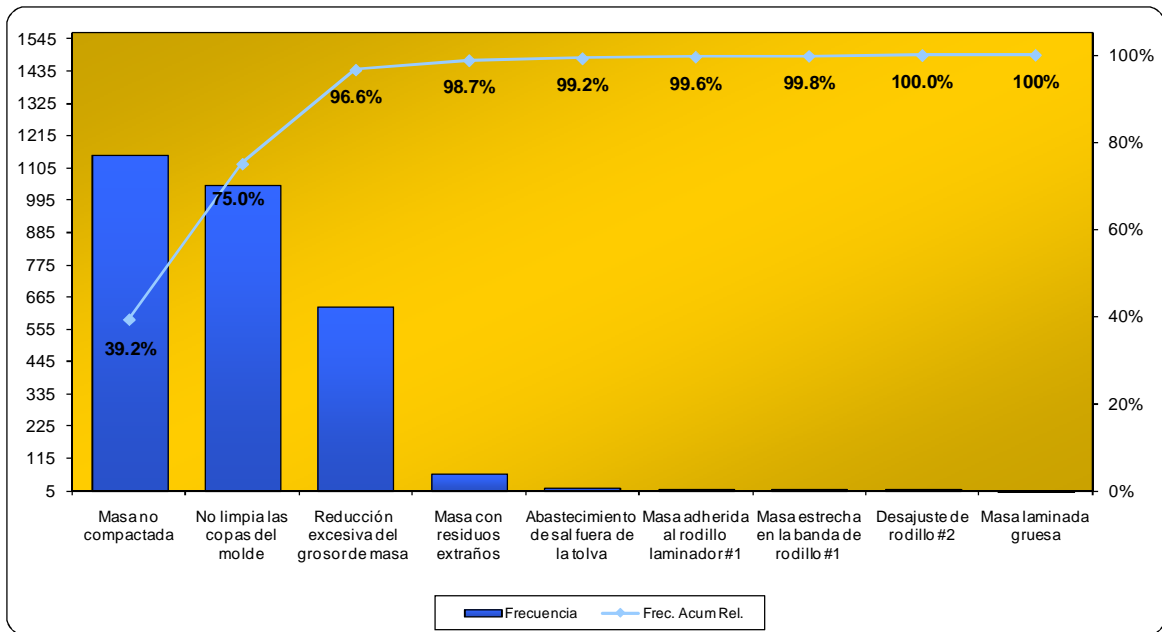
Hoja de Registro #1: Área de Laminación

HOJA DE VERIFICACIÓN O REGISTRO					
AMFE - PROCESO		DPTO: MANUFACTURA	HORA INICIO:	HORA FINAL:	FECHA
Área	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Frecuencia
Laminación	Recibir la masa en tolva para su compactación	Masa no compactada	Filtración de masa por los laterales de la tolva	Tolva con holgura en sus lados	1,150
	Reducción progresiva del grosor de la masa a través de rodillos laminadores	Desajuste rodillo #2	Producto grueso	Masa dura	6
		Reducción excesiva del grosor de masa	Masa rota o rasgada	Recorte de masa frío	634
		Masa laminada gruesa	Producto con sobre peso	Masa dura	1
		Masa estrecha en banda de rodillo #1	Producto deformado	Desajuste de la velocidad de la banda	6
		Masa adherida al rodillo laminador #1		Descuido del operario	10
	Limpiar con aire a presión, residuos de MP incrustadas en las copas del molde	No limpia copas del molde	Copas del molde sucias (Producto deformado)	Manejo incorrecto del limpiador	1,048
	Dosificación de sal	Abastecimiento de sal fuera de la tolva	Producto con exceso de sal	Descuido de auxiliar	14
	Seguridad alimenticia del producto	Masa con residuos extraños	Producto contaminado, deforme	Banda gastada	63

Fuente: Elaboración propia

De esta hoja se extrajeron los datos para construir la gráfica siguiente:

Gráfica #1: Pareto del área de Laminación



Fuente: Elaboración propia

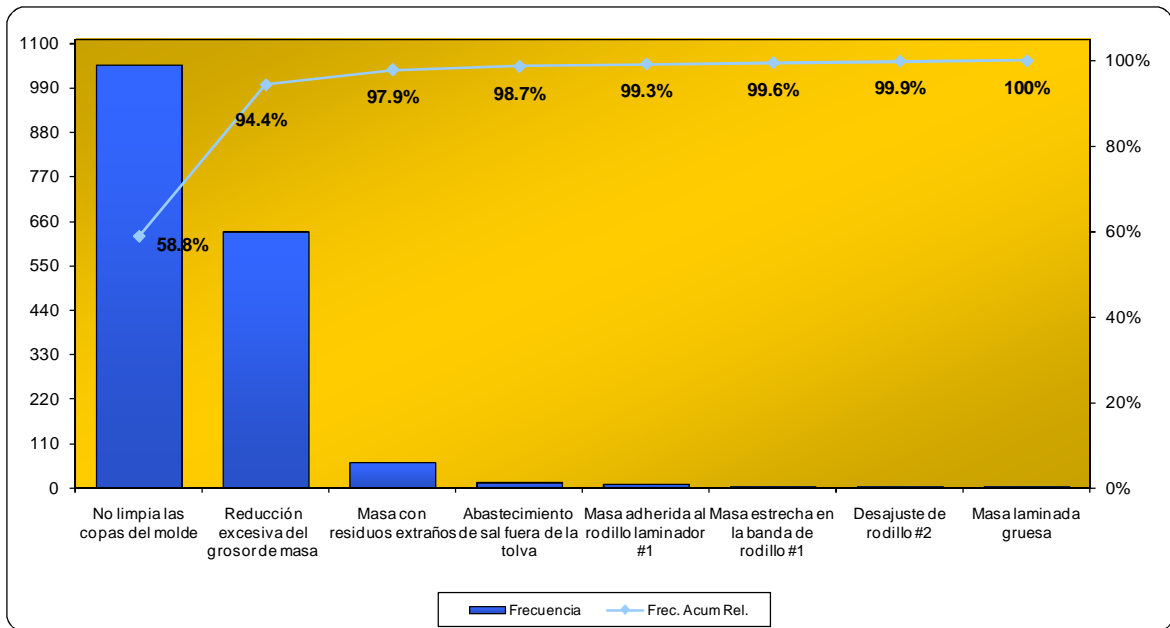
El modo de fallo “Masa no compactada” tiene el mayor número de frecuencias, sin embargo esta falla no es causada por algún operador, estado mecánico del equipo, incumplimiento de métodos o procedimientos de operación, sino que es un defecto (holgura entre el rodillo y su borde inferior) en una de las caras de la tolva del tren de laminación y por eso es descartada del AMFE, por lo tanto es necesario modificar la gráfica.

Este problema no se ha solucionado porque la gerencia no ha iniciado gestiones para la reparación de la pieza y por el alto costo que implica el cambio de tolva del tren de laminación.

La nueva gráfica de Pareto con los modos a analizar en el AMFE es la siguiente:



Gráfica #2: Modos de fallo a utilizar en el área de Laminación



Fuente: Elaboración propia

El modo de fallo con mayor incidencia es “No limpia las copas del molde” sobresaliendo con 1,048 eventos y representa una gran diferencia significativa de un 58.8% en comparación con el total de las ocurrencias de los otros modos de fallo del área de Laminación. Por eso, será evaluado con el AMFE.

Con el modo de fallo “Reducción excesiva del grosor de masa” se alcanza el 94.4% (sobrepasa la relación 80-20), por eso no se tratará de igual forma porque no muestra diferencia significativa de ocurrencia como la primera falla y no se incluye en el análisis modal. Los demás modos tampoco son de prioridad por el momento.

En esta área no se presentan análisis de costo, puesto que cuando éstas fallas ocurren se recuperan las materias primas, reprocesándolas. Este reproceso ya está considerado en cantidades definidas en las especificaciones de mezclado en el proceso de amase, por lo tanto, los costos de reproceso están considerados en los costos de producción. Sin embargo, con la falla sí se afecta de manera directa al indicador Yield de la planta, impidiendo cerrar la brecha



existente con su Target (96%), por su alto nivel de ocurrencia. La función de este modo de fallo, su efecto, su componente y sus indicadores se muestra en el fragmento del AMFE siguiente:

Tabla #2: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del área de Laminación

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Laminación	Limpiador de copas del molde	Limpiar con aire a presión, residuos de MP incrustadas en las copas del molde	No limpia las copas del molde	Copas del molde sucias (producto deformado)	Manejo incorrecto del limpiador	No existen	6	9	9	486

Fuente: Elaboración propia

La función de este componente es “Limpiar con aire a presión, residuos de materia prima incrustadas en las copas del molde” rotativo, utilizando un dispositivo cilíndrico de acero inoxidable, ubicado a lo ancho de la banda de transporte, que tiene pequeños orificios a lo largo de su superficie, por los cuales sale aire a presión con el fin de eliminar residuos de masa adherida en las copas del molde para evitar deformaciones del producto.

El modo de fallo “No limpia las copas de molde”, consiste en que el dispositivo no separa los residuos de masa en las copas, aún cuando esté saliendo aire a presión a través de sus orificios y tampoco evita que se incrusten residuos de masa, por la forma en que está ubicado frente al molde rotativo.

El efecto creado por esta falla son las “Copas de molde sucias”, o sea la deformación del producto, cuando este pierde sus dimensiones conforme a sus especificaciones de calidad.

Para la asignación de indicadores del AMFE se evaluó la causa directa del modo de fallo, o sea causa inicial del árbol de causas #1 mostrado más adelante. Por lo tanto, basado en los criterios y las escalas de las Tablas B, C y D del Marco

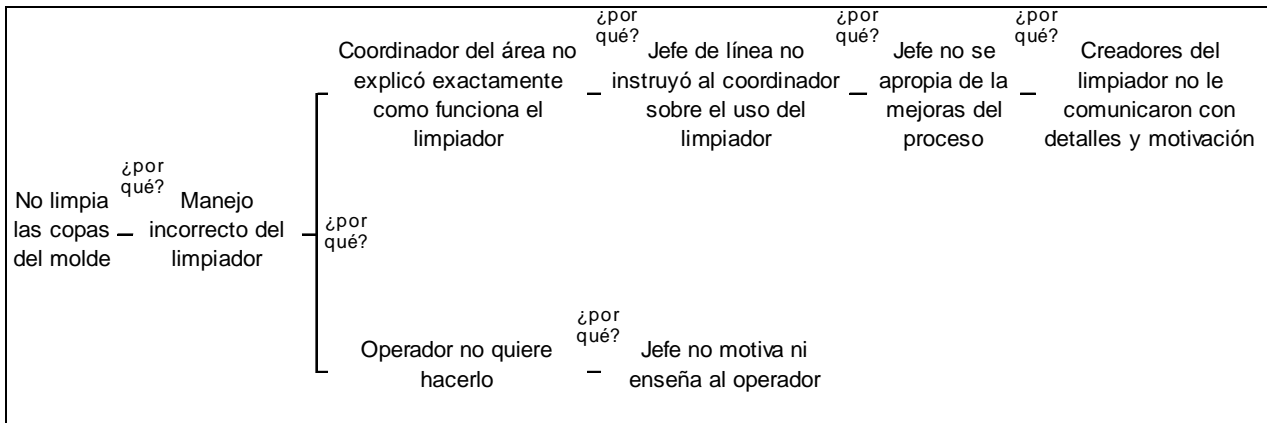


Teórico, se procedió a asignar los indicadores de Gravedad, Ocurrencia y Detección, respectivamente (Ver Tabla #2).

Para el indicador de Gravedad se asignaron 6 puntos (G=6), debido a que este fallo origina inconvenientes con las auxiliares de producción que abastecen las máquinas de empaque y afectan de manera indirecta el Yield. El de Ocurrencia tiene 9 puntos (O=9), porque la falla ocurrirá de manera rápida y cíclica, y no podrá ser evitado. De igual puntaje se evaluó la Detección (D=9), debido a que no existen controles actuales que prevengan las causas o el fallo mismo. En total, **el índice de prioridad de riesgo (IPR) es de 486 puntos (esto es mayor de 99 puntos), lo que significa que este modo de fallo requiere una intervención urgente para encontrar su solución.**

La acción de mejora está dirigida hacia la causa raíz de la falla, la cual se obtuvo con la herramienta conocida como Árbol de decisiones, que permitió analizar todas las causantes posibles de este modo fallo en el área de Laminación, a continuación se muestran en el esquema siguiente:

Árbol de causas #1: Modo de fallo “No limpia copas del molde”



Fuente: Elaboración propia

Complementando esta herramienta se utilizó la técnica de los 5 ¿Por qué?, para unir los eslabones de las causas intermedias hasta llegar a la causa raíz del modo de fallo, la cual se observa en el esquema anterior.



Cada uno de los eslabones del árbol fue investigado a través de entrevistas informales con el Supervisor del área de Laminación, con la Coordinación de Mejora Continua, con los operadores respectivos y con el Departamento de R&D.

Se investigó la veracidad de la primera y segunda rama del árbol, con las personas involucradas con las causas (estas son: Supervisor y Coordinador de línea, operadores y Coordinador de Mejora Continua) y se concluyó que la mayor relevancia la tiene la rama superior, por la ineficiente comunicación de los creadores del limpiador. Por lo tanto, la rama inferior, queda rechazada como causante.

6.3 Área de proceso: Horno

En el área de horno se identificaron y analizaron 6 funciones con sus modos de fallo, sus efectos y frecuencias, que fueron obtenidas en planta y tabuladas en la siguiente hoja. Se sugiere observar, el Diagrama de proceso de flujo, de la operación #26 hasta la #31.

Hoja de registro #2: Área Horno

HOJA DE VERIFICACIÓN O REGISTRO					
AMFE-PROCESO		DPTO: MANUFACTURA	HORA INICIO:	HORA FINAL:	FECHA:
Área	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa de fallo	Frecuencia
Horno	Color requerido del Producto	No hay fallo	--	--	--
	Dosificación de aceite en el producto	No dosifica aceite	Producto sin aceite	Discos esprayadores apagados	2
	Cocción del producto	No hay fallo	--	--	--
	Seguridad alimentaria del producto	No hay fallo	--	--	--

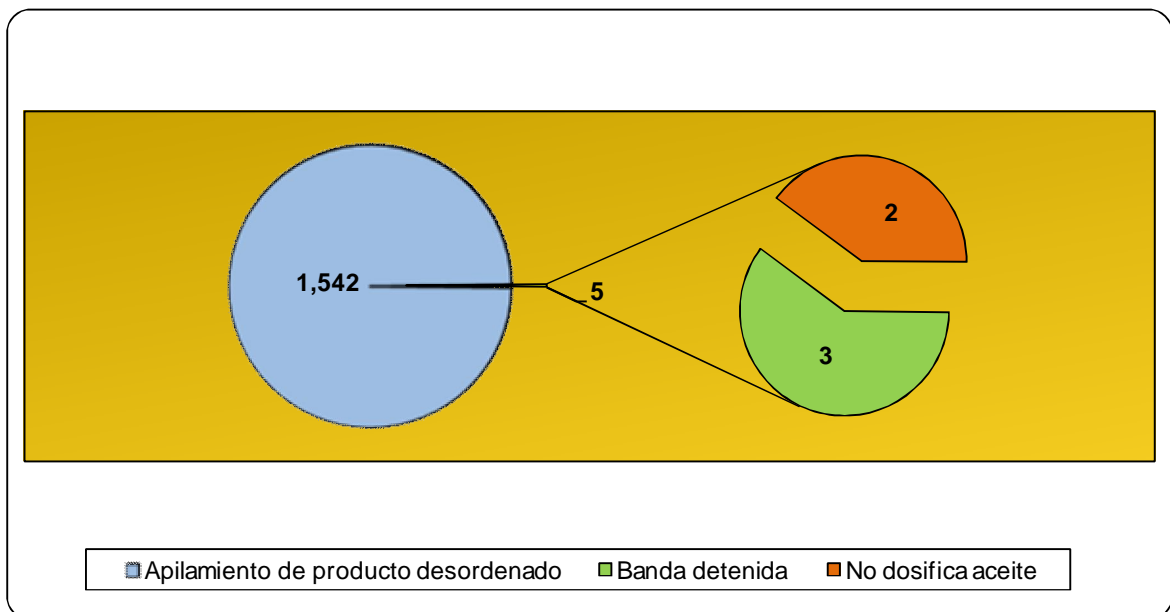
Horno	Transporte del producto en banda de horno	Banda detenida	Producto quemado	Corte de energía eléctrica	3
	Apilar producto en bandas consecutivas para facilitar alimentación de empaque primario	Apilamiento del producto desordenado	Producto quebrado	Bandas desincronizadas	1,542

Fuente: Elaboración propia

Las frecuencias de los modos de fallos del área de horno se recolectaron durante un período de 3 días consecutivos por 8 horas cada día, y se presentan a través de la aplicación gráfica de pastel. Los cálculos realizados están en Tabla #2 del Apéndice 1.

La gráfica siguiente muestra que en la función “Apilar producto en bandas consecutivas para facilitar la alimentación del empaque primario”, el modo de fallo “Apilamiento de producto desordenado”, es el más influyente con 1,542 ocurrencias en el proceso durante el período de recolección de datos.

Gráfica #3: Ocurrencias de Modos de Fallo Área de Horno

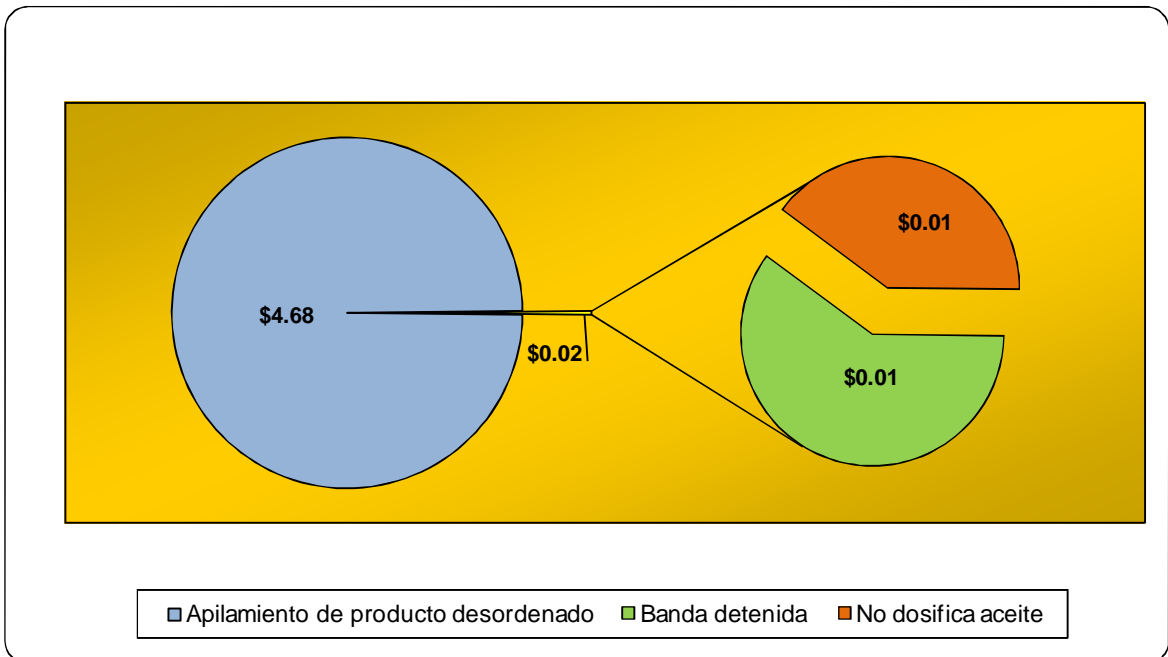


Fuente: Elaboración propia

El otro modo de fallo “Banda detenida” tiene 3 ocurrencias, así como “No dosifica aceite” con un valor de 2 unidades de frecuencias respectivamente. Estos no son considerados para el análisis basado en los datos obtenidos de la recolección en planta, pues su resolución no es de prioridad por el momento.

Se realizó el cálculo y análisis de costo, a fin de conocer si en realidad estas fallas representaban un desperdicio real, respecto al dinero, y de igual incidencia en la empresa. Los costos se reflejan seguidamente.

Gráfica #4: Costos de Área de Horno



Fuente: Elaboración propia

El cálculo se efectuó con información obtenida en la empresa. El peso de la unidad del producto sin empacarse (después de ser horneado) es de 0.00349 kg/unid., con un costo de 0.87 \$/kg (Dólares Estadounidenses). Para obtener el costo ocasionado a la planta por cada modo se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Número de Ocurrencias} * \text{Costo unitario} * \text{Peso unidad} = \text{Costo por modo de fallo} \quad (\text{Ec.: 6.1})$$

Para conocer las frecuencias y cálculo de costos del área de horno, véase Tabla #2 en el Apéndice 1.

El modo de fallo “Apilamiento de producto desordenado” es el más costoso para el área de manufactura con \$4.68, como se pudo observar, los otros modos presentan un costo de \$0.01 centavos de Dólar cada uno, para una pérdida total de \$4.70 en los tres días muestreados. Con esto se verifica que los costos no difieren de las frecuencias mostradas anteriormente y por ende se excluyen del análisis.

Esta falla afecta financieramente a la empresa, pues estos datos pertenecen solamente a 3 turnos de producción, además repercute en el detrimento del Yield como indicador de la planta, porque el producto quebrado no llega ser parte del Output (salidas del proceso) de línea para el producto “A”.

Después de obtener estos resultados se procedió a construir el AMFE, que se ve en la Tabla #3, utilizando el problema identificado como prioritario. La operación definida, consiste en el orden en que el producto es trasladado entre una variedad de bandas con velocidades decrecientes, desde que sale del horno hasta la tarea posterior. La función de esto es apilar producto en banda, ubicadas de forma consecutivas, para facilitar la alimentación de la maquinaria de empaque primario. Estas son movidas por motores eléctricos con un sistema mecánico de engranajes.

El modo de fallo se manifiesta cuando el producto es empujado y quebrado, por el desorden, hacia fuera de las bandas y es desechado por las auxiliares de proceso. Su efecto es mostrado a continuación:



Tabla #3: Fragmento AMFE área de Horno

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo
Horno	Apilado de producto en bandas	Apilar producto en bandas consecutivas para facilitar alimentación de empaque primario	Apilamiento de producto desordenado	Producto quebrado

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se procede a evaluar los indicadores para calcular el Índice de Prioridad de Riesgo y conocer si el fallo amerita acciones de mejora en las condiciones actuales en la planta. Estos se muestran en la tabla #4, incluyendo la operación (ver Diagrama de proceso de flujo, operación #31) y función de la falla. La evaluación de los indicadores se realizó según el nivel y criterio asignable de las Tablas del Marco Teórico.

Se procedió a conocer los controles actuales, tanto directos como indirectos, diseñados para prevenir las posibles causas o bien para detectar el modo de fallo. Se consultó con los operadores, auxiliares de proceso y supervisores de planta para saber si utilizan un Check List o algún otro método para revisar y registrar los problemas que ocurren con frecuencia, pero se concluyó que el control realizado en esta parte del proceso es solamente visual y que es responsabilidad del operador del Horno y las auxiliares del área del Empaque Primario.

Al indicador de Gravedad fueron asignados 8 puntos (G=8), el cual se basa en la severidad del efecto que se manifiesta en planta, el producto quebrado o el que cae en el piso, por la insatisfacción que esta falla les causa a las auxiliares de Empaque Primario (cliente interno) y la afectación al indicador de planta Yield.

Para el indicador de Ocurrencia se le dieron 7 puntos (O=7), tomando en cuenta el control visual, el cual no actúa para prevenir la causa directa “Bandas



desincronizadas”, el operador ajusta velocidades hasta que las auxiliares le informan que el producto viene desordenado y que se está saliendo de las bandas.

El valor fijado de 3 puntos al indicador de Detección (D=3) es en base a que puede escapar del control visual del operador la causa o el modo fallo, pero es seguro que las auxiliares lo detectarán posteriormente en el proceso. A continuación se muestra la tabla con las evaluaciones de los indicadores:

Tabla #4: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del Área de Horno

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Horno	Apilado de producto en bandas	Apilar producto en bandas consecutivas para facilitar alimentación de empaque primario	Apilamiento de producto desordenado	Producto quebrado	Bandas desincronizadas	Control visual	8	7	3	168

Fuente: Elaboración propia

El índice de prioridad de riesgo es de 168 puntos, esto es mayor de 99 puntos. Por ende, se necesitarán acciones de mejora para eliminar las causas raíces de ésta falla.

Validado el modo de fallo con el índice de prioridad de riesgo, se investigaron con un seguimiento lógico las causas que lo producen, las cuales son mostradas en el siguiente árbol de causas. Para la obtención de cada una, fue necesario el aporte de los operadores del Horno, Coordinador y Supervisor de Línea, y la Gerencia de Manufactura, para luego evidenciarlas a través de entrevistas estructuradas e informales.

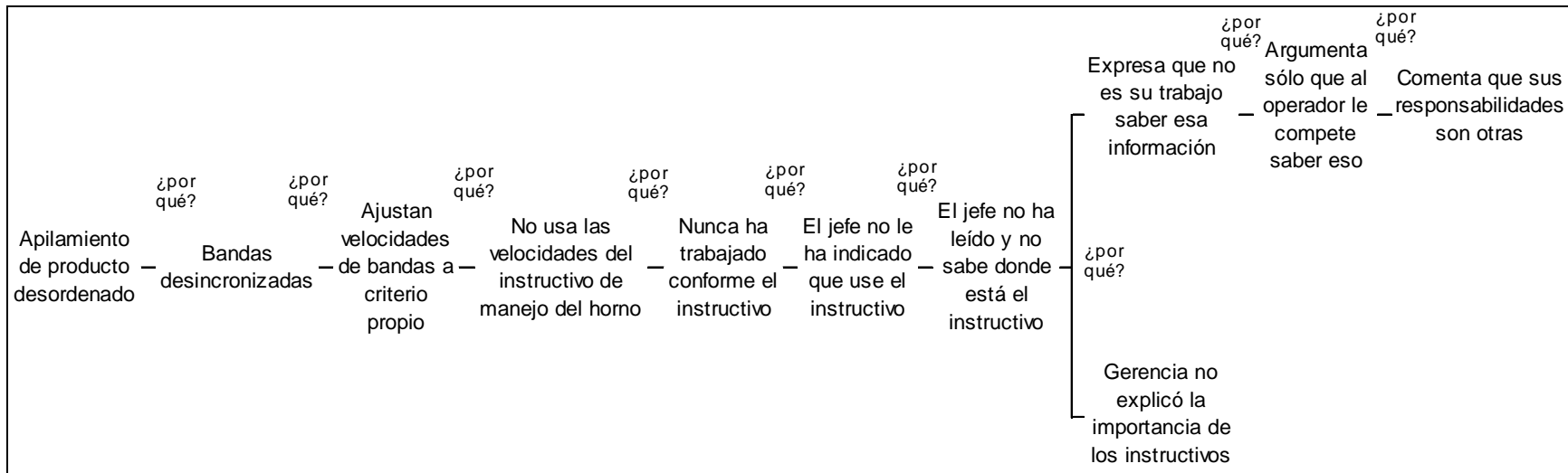
El árbol de causa #2 muestra paso a paso la línea de seguimiento del problema, partiendo del modo de fallo hasta las raíces de la causa. Para su elaboración se



realizaron entrevistas estructuradas e informales con los involucrados del modo de fallo haciendo uso de la técnica de los 5 ¿Por qué?



Árbol de causas #2: Modo de fallo “Apilamiento de producto desordenado”.



Fuente: Elaboración propia

El modo de fallo es provocado por la desincronización de las bandas de apilado, ajustadas con velocidades según el criterio personal del operador y no respecto al instructivo de manejo del Horno, esto es generado porque no hay indicación y supervisión de uso de esta instrucción debido a que el jefe desconoce su contenido y ubicación. En la primera rama el Supervisor argumenta que no es su responsabilidad conocer el manejo de esta maquinaria, sino del operario, ya que sus responsabilidades son otros, reitera.

La segunda rama induce al problema de comunicación entre la Gerencia y sus subordinados (Supervisores de Línea).



Para validar las causas del árbol se obtuvieron las siguientes evidencias: El Supervisor presenta en su evaluación al desempeño anual (MAP)¹, un plan para mejorar sus conocimientos y eficiencia laboral, asistir a seminarios o estudiar sobre temas que incrementen el conocimiento de los procesos como un sistema, también conocer los procedimientos (incluyen instructivos, manuales y registros) correspondientes al área de Manufactura. Ver Formato #1: MAP del Supervisor de Línea, del Apéndice 2 del Anexo de este documento.

Se confirma con las evidencias, que no se rechaza la causa de la primera rama donde el modo de fallo se clasifica en una de las 9 M's, esta es Mando.

La evidencia obtenida para verificar la causa de la segunda rama, es la entrevista estructurada (Ver Entrevista #1, Apéndice 2) dirigida a la Gerencia de Manufactura, sobre el uso de los instructivos de trabajo en el proceso de producción.

La Gerencia afirmó tener conocimiento de todas las instrucciones de trabajo, y expresó que solamente son utilizadas para las inducciones a los empleados de nuevo ingreso, pero no puede asegurar su uso sistematizado dentro de la planta por falta de supervisión, aunque ha ejercido presión para que el Supervisor las utilice.

Por tal razón, la Gerencia no está liderando eficientemente a los jefes de planta (subalternos), sobre la estandarización del proceso a través de los instructivos de trabajo, lo cual permite alcanzar la calidad de las tareas y del producto terminado.

¹ MAP (Managerial Assessment Proficiency): Fue desarrollado por Dr. Scott Parry y tiene como objetivo medir el nivel de la capacidad de un individuo y se divide en 12 áreas directivas dominantes.

Por consiguiente y por las aseveraciones de la Gerencia, no se rechaza la segunda rama del Árbol, pues esta causa se clasifica dentro del problema de Mando.

Con la causa del modo de fallo fundamentada con las evidencias antes mencionadas, se generarán estrategias de mejora para su eliminación en el plan de acción de este documento y coadyuvar a reducir o mitigar la brecha entre el Yield y su Target (96%).

6.4 Área de proceso: Empaque Primario

La construcción de la hoja de registro para esta área se hizo en un período de tiempo de 3 días por 8 horas al día, observando dos máquinas de la línea de la Planta Managua en el proceso de empaque (véanse en el Diagrama de proceso de flujo las operaciones #32 - #36, la operación e inspección #2 y demás acciones respectivas del área) y se consultaron a los operadores con más de 5 años de laborar en la empresa, al Supervisor de Mantenimiento Industrial y Auditores de Calidad.

Para recolectar todas las frecuencias de los modos de fallo, se observó y cuantificó la información continuamente durante 7 días (4 días para la máquina #1 y 3 días para la máquina #2) por 8 horas/día en planta, usando la Hoja de Registro #3 mostrada más adelante, donde se describen las funciones, modos de fallos y efectos de las dos máquinas de empaque primario.

En esta hoja de registro se consolidaron todas las frecuencias de los modos de cada función, de las Máquinas de Empaque Primario #1 y #2.

La compañía posee varias máquinas de empaque primario, de las cuales sólo dos fueron seleccionadas de forma aleatoria para construir el diagrama de Pareto de manera estratificada. Por lo tanto, en el análisis de esta área se explicará por separado la información de cada equipo.



Hoja de Registro #3: Área de Empaque Primario

HOJA DE VERIFICACIÓN O REGISTRO					
AMFE – PROCESO		DPTO: MANUFACTURA	HORA INICIO	HORA FINAL:	FECHA:
Área	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Frecuencia
Empaque Primario	Centrado de papel respecto al producto	Papel descentrado	Sellado transversal deforme	Desajuste de fotocelda	78
			Sellado longitudinal deforme		67
	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete	No se hace regulación según estándar	912
	Mantener alineado el producto dentro del canal del alimentador	Canal de alimentador no ajustado			381
	Transportar producto desde abastecedor hacia formador de empaque	Pin deforme o desigual			Cadenas con pines de otro tipo de cadena
	Sellado transversal de paquete	Sellado transversal quemado	Paquete abierto	Temperatura de mordaza no regulada	27
	Sellado longitudinal de paquete	Paquete no sellado		Cadenas con pines de otro tipo de cadena	258
	Colocar el producto en alimentador de máquina	No coloca producto a tiempo en alimentador	Paquete vacío o incompleto	No agarra a tiempo el producto y/o no tiene práctica en el puesto	342
		Coloca producto fuera del alimentador			371
	Acomodar el producto en pines transportadores	No acomoda el producto en pines	Mal sellado transversal del paquete	No hace regulación según instructivo	235
	Centrar el producto en el pin durante su transporte	No centra el producto en el pin transportador			213
	Mantener tensión constante de cadena de pines	Tensión irregular en la cadena			213
	Formar envoltura de paquete	Paquete no formado	Paquete fallado	Desajuste de fotocelda	48
	Doble del sellado longitudinal	No doble del sellado		Papel fuera del disco sellador	8
Impresión del código en el paquete	Empaque sin impresión del código	Desajuste de fotocelda		61	
Extracción de aire del empaque durante el sellado transversal	No hay fallo	--	--	--	

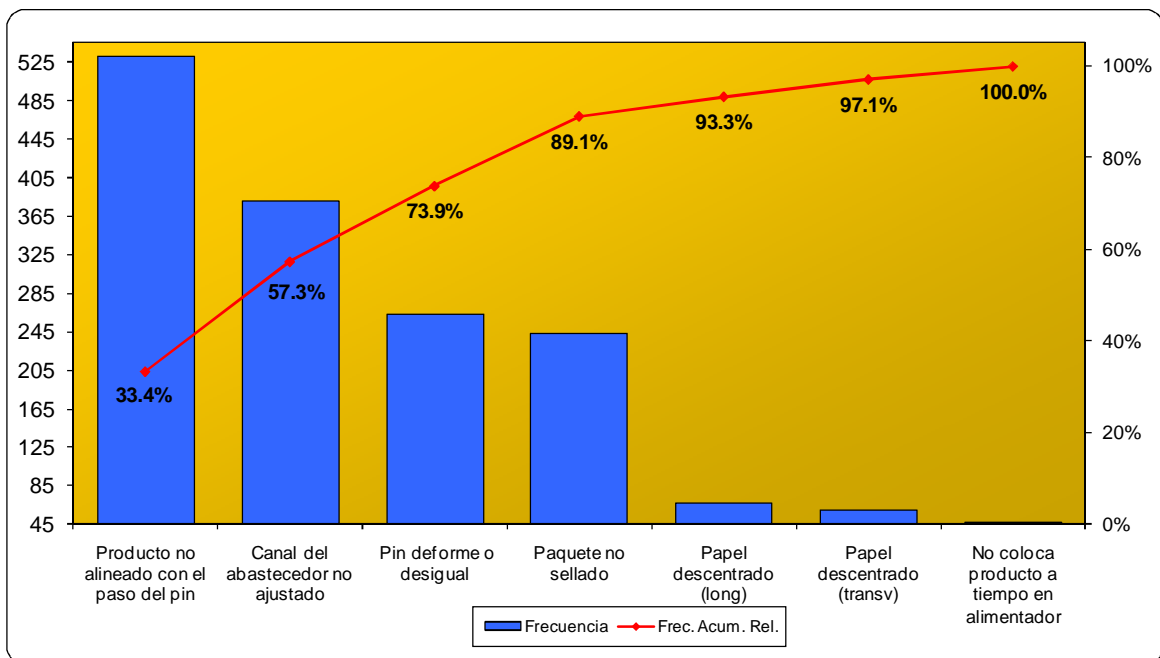
Fuente: Elaboración propia

6.4.1 Máquina de Empaque Primario #1:

Todos los cálculos efectuados se encuentran en la Tabla #3 del Apéndice 1 y fueron analizados con la Gráfica #5.

La gráfica muestra que el modo de fallo “Producto no alineado con el paso del pin” tiene un total de 531 ocurrencias, “Canal de alimentador no ajustado” tiene 381 frecuencias, “Pin deforme o desigual” con 263 fallas y “Paquete no sellado” con 243 repeticiones. De forma acumulada, éstas representan el 89.1% del total de todos los fallos que son 1,591. Los demás modos no son prioridad por el momento.

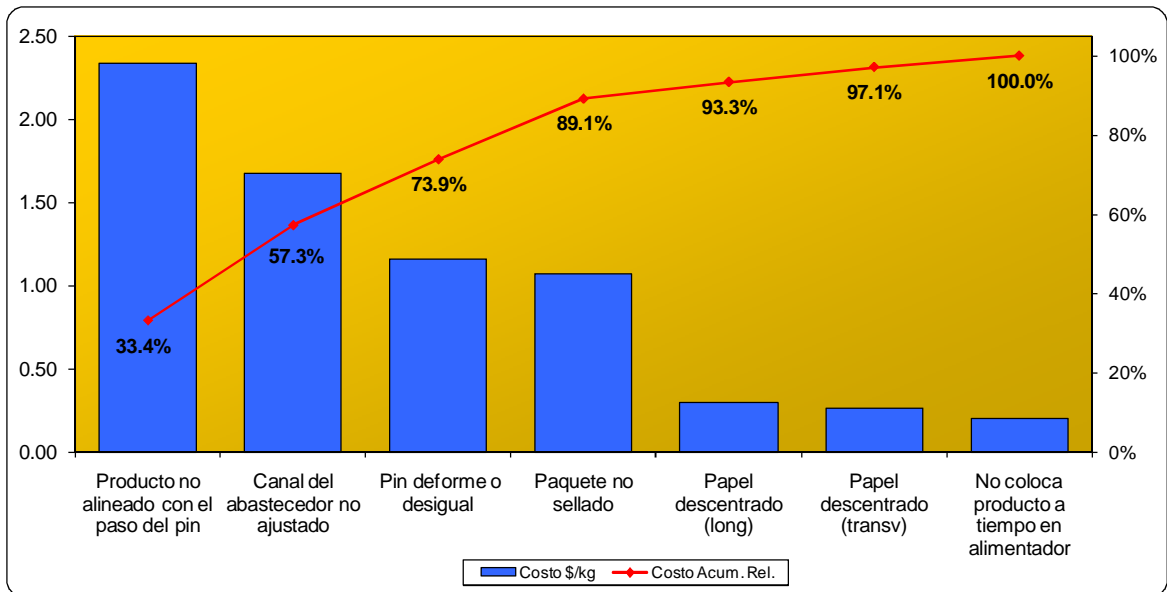
Gráfica #5: Pareto de Máquina de Empaque Primario #1.



Fuente: Elaboración propia

A los modos de fallos también se les verificó su nivel de prioridad calculando el costo de cada uno, para saber si realmente son gravosos para la empresa, esto se muestra en la próxima gráfica.

Gráfica #6: Costo de Máquina de Empaque Primario #1



Fuente: Elaboración propia

Calculando los costos de acuerdo a los datos obtenidos en la empresa, donde cada empaque primario sin producto pesa 0.0008 kg/paq. y su costo aproximado es 5.5 \$/kg., estas cantidades fueron multiplicados por la frecuencia de cada modo de fallo, a través de la ecuación utilizada en el área anterior (Ec.: 6.1). Ver Tabla #3 en Apéndice 1.

Se tomaron en cuenta 4 modos de fallo, debido a que esta área es una de las partes del proceso más influyentes en el Packaging Waste (indicador de la planta Managua con un target de 1.4%). Estos se analizan en el AMFE y a continuación se muestra la fracción del Análisis Modal correspondiente.

Tabla #5: Fragmento del AMFE de Máquina de Empaque Primario #1

ÁREA	Componente/ pieza/ operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #1	Guías internas de salida del abastecedor	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete
	Ajuste del ancho del canal del alimentador	Mantener alineado el producto dentro del canal del alimentador	Canal de alimentador no ajustado	
	Pin transportador de producto	Transportar producto desde abastecedor hacia formador de empaque	Pin deforme o desigual	
	Sellado longitudinal	Sellado longitudinal de paquete	Paquete no sellado	Paquete abierto

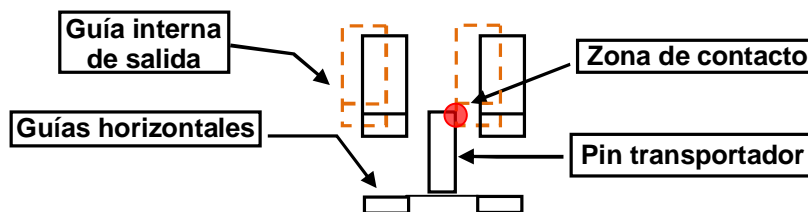
Fuente: Elaboración propia

Después de encontrar los modos de fallo vitales, se procede a las evaluaciones de sus indicadores.

Modo de Fallo: “Producto no alineado con el paso del pin”.

En esta área se identificaron fallas en la pieza “Guías internas de salida del abastecedor (o alimentador)”, que tiene la función de alinear el producto al paso del pin transportador para ser llevado a su empaquetado. Su modo de fallo radica en la incorrecta posición de las guías internas de salida respecto al paso del pin transportador. A continuación se muestra un ejemplo de la posición incorrecta en la figura.

Figura #1: Vista frontal trasera al desplazamiento de guías internas de salida del abastecedor



En la figura se observa que en la zona de contacto el pin y la guía interna de salida colisionan cuando ésta no está al centro del desplazamiento del pin transportador.

El efecto consiste en la caída del producto, entre las guías laterales (que van desde el alimentador hacia el formador de paquetes), y/o la desalineación de la columna de 4 unidades que serán empacadas, lo cual provoca que el paquete sea perforado o cortado por las mordazas selladoras cuando éstas machacan el producto y el papel de empaque a la vez. Esto es originado por el empuje del pin causado por su colisión con las guías internas de salida (ver Figura #1), dicho de otra manera, cuando éste regresa con velocidad a su posición original después del contacto.

Para las evaluaciones de los indicadores primero fue necesario conocer las causas directas y los controles actuales utilizados en cada modo de fallo.

En éste modo de fallo existe control visual de parte del operador, cuando revisa en la máquina de dónde proviene la falla cuando se les presente todo tipo de problema.

La asignación de 8 puntos para el indicador de Gravedad ($G=8$) del modo de fallo, se debe a la insatisfacción hacia el cliente interno cuando los paquetes mal sellados obstruyen el transporte de los demás, provocando que caigan fuera de la banda o dificultando el orden del producto para ser tomado por las auxiliares de empaque secundario. También, porque genera pérdida por el desperdicio del material de empaque (Packaging Waste con un target de 1.4%) y el revés de los indicadores de la empresa.

El valor de 9 puntos del indicador de Ocurrencias ($O=9$), se evaluó por las frecuencias presentadas en el diagrama de Pareto, también por la ineficiente verificación del Supervisor y del operador durante el manejo de la máquina.



El puntaje de 7 del indicador de Detección (D=7), consiste en la dificultad del operador para identificar el origen de la falla y en ocasiones es ayudado por la auxiliar para reconocerla, debido a la velocidad de operación de la máquina. Esto sucede porque no se utilizan los instructivos en planta. **Por lo tanto el índice de prioridad de riesgo es de 504 puntos (mayor de 99 puntos) y se generarán acciones de mejora para eliminar sus causas raíces.** Ver siguiente tabla:

Tabla #6: Fragmento AMFE con resultado del IPR del modo de fallo.

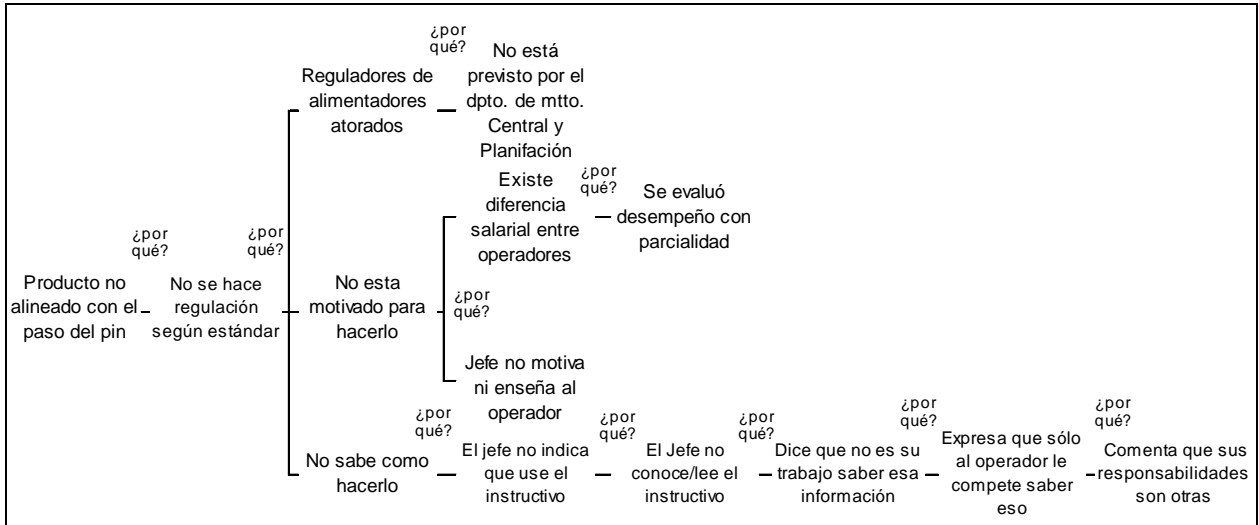
ÁREA	Componente/ pieza/ operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #1	Guías internas de salida del abastecedor	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete	No se hace regulación según estándar	Control visual	8	9	7	504

Fuente: Elaboración propia

Luego de verificar la falla con el índice de prioridad de riesgo, se investigaron las causas raíces. El rastreo se presenta en el **Árbol de causas #3**.

En el árbol se puede observar 3 ramas de causas, derivadas de la regulación fuera del estándar del proceso. La primera rama (de arriba hacia abajo) es cuando el operador no puede realizar la tarea, porque no tiene las herramientas para resolverla o cuando no depende de sus habilidades. La segunda rama o rama central, el trabajador no quiere voluntariamente alinear el producto al paso pin, a causa de las diferentes circunstancias laborales existentes en la empresa que lo desmotivan. Y la tercera rama considera la actitud de este frente a su conocimiento del manejo de la maquinaria.

Árbol de causas #3: Modo de fallo “Producto no alineado con el paso de pin”



Fuente: Elaboración propia

De las tres ramas del árbol, fue necesario investigar cuáles eran las verdaderas causantes del modo de fallo y para verificar la primera, donde el operador no puede hacer la regulación porque no está previsto un plan de mantenimiento, se entrevistó a la Gerencia, abordando el tema de los días, horas y semanas disponibles para producir y cuántos de estos días son destinados para la revisión mecánica de las máquinas de empaque y se cotejó con la misma la existencia de algún tipo de plan de mantenimiento.

Los resultados de la entrevista son los siguientes: La planta Managua trabaja los 7 días de la semana, dos turnos de 12 horas cada uno. El total de semanas para trabajar son 49. Los días feriados nacionales son los de Semana Santa, 14 y 15 septiembre, 1ro. de Mayo y los 10 últimos días del mes Diciembre, los cuales son utilizados para dar mantenimiento necesario a la maquinaria. En el caso de la existencia de un tipo programa de mantenimiento, la Gerencia respondió: “No hay un plan de mantenimiento, porque no se tiene una visión gerencial, cualquier plan de mantenimiento lo discuten los departamentos de Mantenimiento Central y Planificación”, por lo tanto considera que no está en sus manos la creación e



implementación de un plan de mantenimiento. Ver Entrevista #2 en el Apéndice 2.

Para corroborar la información sobre el plan de mantenimiento, obtenida de la entrevista, se muestran los resultados del indicador de planta “Mantenimiento” (Maintenance). En la Tabla #7 se observa el porcentaje de horas de mantenimiento a la maquinaria, representan una pequeña cantidad en relación al total de horas de producción por cada período (mes), así como de no precisar de un objetivo (Goal) a cumplir anualmente.

Tabla #7: Indicador de Planta de los períodos del año 2008

KPI's	Goal	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Maintenance (% horas/mes)	-	3.10	2.33	2.08	0.00	0.40	2.00	1.00	1.00	0.80	1.89	2.27	2.14

Fuente: Gerencia de Manufactura

Con esta información se comprueba la primera rama, la cual tiene como raíz que no está previsto un plan de mantenimiento de parte de la Coordinación o Departamento de Mantenimiento Central y Planificación. Esto es un problema de Mando y no se descarta del árbol de causas de este modo de fallo, por ser causante de las ocurrencias del mismo.

Para la segunda rama de causa se entrevistaron a los operadores para obtener información sobre sus evaluaciones al desempeño o MAP² anuales y el comportamiento del Supervisor con ellos.

Con las evaluaciones al desempeño los trabajadores pueden obtener un incremento salarial, que depende de la puntuación recibida según el criterio del Supervisor de línea (jefe) respecto a la calidad de su trabajo en planta. Consecuentemente, las diferencias salariales entre los operadores provocan una inconformidad laboral. Los operadores en desacuerdo con sus puntuaciones,

² MAP (Managerial Assessment Proficiency): Fue desarrollado por Dr. Scott Parry y tiene como objetivo medir el nivel de la capacidad de un individuo y se divide en 12 áreas directivas dominantes.

expresan que el Supervisor de línea parcializó sus evaluaciones favoreciendo a sus allegados, calificándolos más alto que los demás.

Por otro lado, los operadores no sienten que el jefe los motive para trabajar con mejores resultados, ni que les enseñe a cómo corregir sus errores en el manejo de las maquinaria de empaque, porque no retroalimenta sobre las áreas a mejorar consideradas en la evaluación al desempeño y tampoco hace un aporte verbal o una actividad motivadora en planta.

La descripción del puesto del Supervisión de línea, que la Coordinación de Recursos Humanos de la empresa estableció, refiere lo siguiente: “Administrar el grupo de operadores y auxiliares de empaque de líneas de producción y coordinar el proceso, garantizando el óptimo uso de los recursos...,...con un equipo humano motivado y con posibilidades de desarrollo”. También en las responsabilidades se especifica textualmente que el Supervisor debe: “Invitar a los operadores a buscar continuamente el mejoramiento en relación con las metas de producción” (Inciso 7, del punto #3 de Responsabilidades), en otras palabras que estimule a que mejoren su rendimiento laboral para facilitar el alcance de las metas.

Por consiguiente, no se rechaza la segunda rama de árbol de causas en base a todas las conjeturas correspondientes a la falla expuestas anteriormente y se considera de carácter causal para este modo de fallo.

En la tercera rama del árbol, donde el operador no sabe cómo hacer el ajuste según el estándar, se encontró evidencia que se impartió (a operarios) una capacitación de manejo de la maquinaria de empaque y fueron certificados con diplomas, por parte de la Gerencia de Manufactura en Noviembre del año 2007, por aprobar el examen escrito con un puntaje mayor o igual a 70. Las notas de las evaluaciones se muestran en la Tabla #4 del Apéndice 2 de este documento.

Estas pruebas fueron construidas en base a la información de las instrucciones de manejo de máquinas bajo la Norma ISO 9001:2000, evaluando los componentes principales como: Fococelda (Sensor óptico), Mordaza y la puesta del papel de empaque entre los brazos mecánicos del equipo, pero no se incluyó piezas como el abastecedor, pines transportadores, cadenas, por motivos de tiempo y de alcance de la prueba.

Realizar un examen muy general no beneficia a los indicadores de la planta, pues no se verificó de manera detallada el conocimiento del manejo de todas las piezas y componentes.

Sin embargo, en Junio del 2008 la Gerencia volvió a realizar evaluaciones escritas, dando un período de un mes a los trabajadores para prepararse en el uso de la maquinaria de empaque. No obstante, toda la teoría evaluada no se ha puesto en práctica en la planta, debido a que el jefe no supervisa el uso de los instructivos. Esto se observa en las causas intermedias del Árbol #3.

El control de uso de instructivos es responsabilidad del Supervisor de Línea, como se detalla en su descripción del puesto: ..."Coordinar y garantizar el correcto manejo de información de la planta"³,... (Inciso 4 del punto #3 de Responsabilidades). También debe de:... "brindar apoyo en el proceso de Mejora Continua del Sistema de Gestión de Calidad" (Inciso #9 del mismo punto), el cual es creador y responsable de la implementación de las instrucciones de trabajo de todas las máquinas y procesos.

Por los incisos antes mencionados, el compromiso personal del Supervisor, mostrado en su evaluación al desempeño (ver Formato #1 en Apéndice 2) y según la Norma ISO 9001:2000, la cual establece que la Gerencia debe

³ Todas las instrucciones de trabajo son parte de la información que se maneja en planta.

garantizar la disponibilidad de instrucciones de trabajo⁴, no se rechaza la tercera y última rama del árbol, siendo clasificada como problema de Mando.

Modo de Fallo: “Canal del alimentador no ajustado”.

Este fallo tiene como operación el “Ajuste del ancho del canal de abastecedor” (Ver Tabla #8), el cual tiene la función de mantener alineado el producto dentro del abastecedor, o sea conforme al diámetro de cada unidad para que pueda descender poco a poco y ser transportado por los pines hasta su empaque.

El efecto provocado es, “Mal sellado transversal del paquete”, como en el modo de fallo anterior.

Para las evaluaciones de los indicadores se averiguó que el control actual utilizado es similar al del fallo anterior. Por ende se evalúa el indicador de Gravedad con el mismo puntaje (G=8) por presentar la misma causa y efecto.

La calificación de 8 puntos para el indicador de Ocurrencias (O=8), se valoró por las frecuencias en el diagrama de Pareto y la ineficiencia del control visual, como se explicó en la asignación del mismo indicador de la falla anterior.

Tomando en cuenta que el modo de fallo tiene las mismas capacidades de detección del anterior, se estimó 7 puntos (D=7) para este indicador como se observa en la Tabla #8. **Finalmente, se totalizan 448 puntos para el índice de prioridad de riesgo (> 99 puntos)**, aplicando para generar su acción de mejora.

⁴ Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2000), Apartado 7.5.1.: Control de la producción y prestación del servicio, incisos b y c.



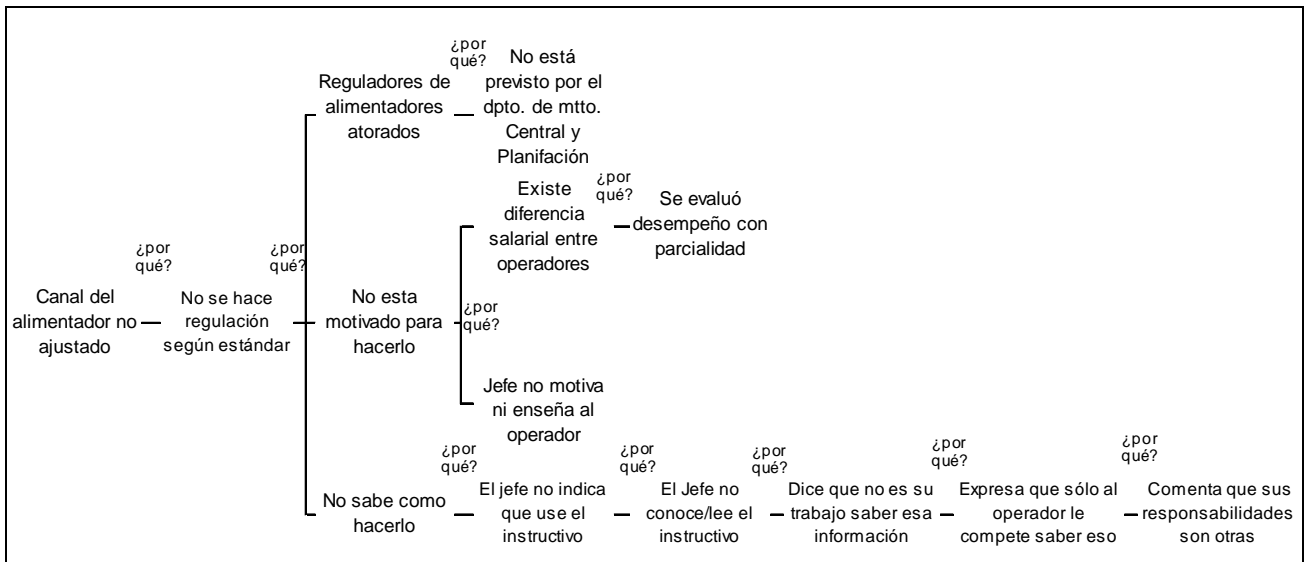
Tabla #8: Fragmento AMFE con resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente/ pieza/ operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #1	Ajuste del ancho del canal del alimentador	Mantener alineado el producto dentro del canal del alimentador	Canal del alimentador no ajustado	Mal sellado transversal del paquete	No se hace regulación según estándar	Control visual	8	8	7	448

Fuente: Elaboración propia

Después de verificar la prioridad de la falla con el IPR, se plantean las causas raíces que evitan alcanzar la meta del Yield (ver Gráfica A, en Introducción):

Árbol de causas #4: Modo de fallo “Canal del alimentador no ajustado”



Fuente: Elaboración propia

Las causas de este modo de fallo son coincidentes al anterior, y por consiguiente las evidencias y las deducciones sobre las raíces responsables del problema aplican a estos dos modos de fallo.

Modo de Fallo: “Pin deforme o desigual”.

Como se pudo observar en la Tabla #5, esta falla ocurre con la pieza “Pin transportador del producto”, que tiene la función de transportarlo desde el abastecedor hasta el formador de empaque, o sea que cada uno estos pines, ubicados en eslabones de una cadena a distancias simétricas, lo llevan ordenado en columnas de 4 unidades para su empaque y sellado.

El modo de fallo consiste en las cadenas que tienen pines de otras cadenas con medidas desiguales o de otro tipo de máquina de empaque, provocando la perforación, quebradura y desorden del producto. El efecto de este modo de fallo, es concurrente con los otros dos fallos anteriores de esta máquina.

En esta falla no hay controles actuales (necesarios para la calificación de los indicadores), por la inexistencia de procedimientos, instructivos, check list o supervisión directa que verifique el estado de las cadenas con sus pines mientras se laven, por cambio de producto.

La valoración del indicador de Gravedad es 8 puntos (G=8), debido a que el efecto produce un nivel de insatisfacción elevado y la afectación a cuatro indicadores de planta.

Por la inexistencia de controles sobre la causa y la frecuencia presentada por el fallo en esta máquina y en otras líneas de producción de la planta, se ha asignado un valor de 6 puntos al indicador de Ocurrencia (O=6), según el criterio mostrado en la Tabla D del Marco Teórico.

Después de lavadas las cadenas para el cambio de producto, es seguro que el operador del siguiente turno encontrará las cadenas con pines extraños o faltantes. Por tal razón, se calificó con 6 puntos al indicador de Detección (D=6), **para un índice de prioridad de riesgo de 288 puntos (> 99 puntos), esto**



implica la necesidad de una estrategia de solución. A continuación se presenta las puntuaciones:

Tabla #9: Fragmento AMFE con resultado del IPR del modo de fallo

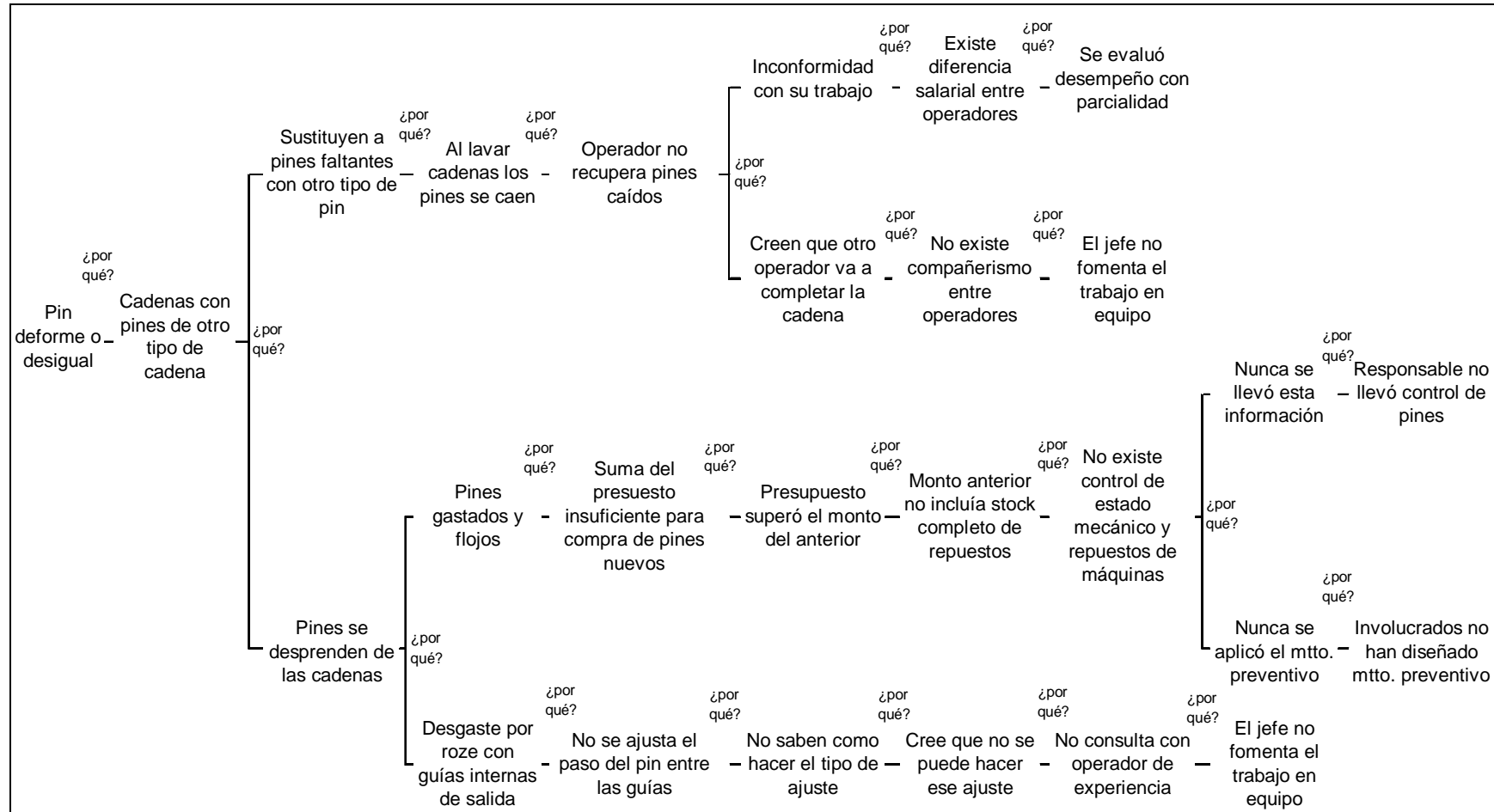
ÁREA	Componente/ pieza/ operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
						G	O	D	IPR	
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #1	Pin transportador de producto	Transportar producto desde abastecedor hacia formador de empaques	Pin deforme o desigual	Mal sellado transversal del paquete	Cadenas con pines de otro tipo de cadena	Ninguno	8	6	6	288

Fuente: Elaboración propia



Después de la validación de la falla con el IPR se investigan las causas raíces con el siguiente árbol de decisiones:

Árbol de causas #5: Modo de fallo “Pin deforme o desigual”



Fuente: Elaboración propia

En el árbol se observan cuatro subniveles derivados de dos ramas principales. La primera rama tiene que ver con la actitud de los operadores frente a su interacción laboral con el Supervisor de Línea.

Esto origina la pérdida de los pines cuando los trabajadores no quieren recuperarlos.

La segunda rama tiene dos niveles y el primero (con dos subniveles) implica la responsabilidad del Departamento de Mantenimiento Central, respecto a mantener un control de inventario de pines para las cadenas de las máquinas de empaque primario.

El segundo nivel describe las causas del grado de conocimiento de manejo de la maquinaria de empaque. Todos los niveles se derivan de la existencia de cadenas conteniendo pines de cadenas de otras máquinas de empaque, que difieren en forma y medida.

Se analizó el primer nivel de la primera rama, evidenciándose de igual manera que el segundo nivel del Árbol de Causas #3 del modo “Producto no alineado con el paso del pin”, por presentar las mismas incidencias en la falla.

El segundo nivel de esta misma rama se confirma con las entrevistas informales y abiertas dirigidas a los operadores. Estos expresaron que los pines no son recuperados cuando se lavan las cadenas antes de empacar otro producto, por el ineficaz trabajo en equipo de los trabajadores y el desinterés de proteger el recurso que utilizarán otros turnos.

El supervisor de línea, como se planteó en las evidencias del primer modo de fallo de esta área (Ver Tabla #5), es responsable de administrar el grupo de operadores, además de “Velar por el buen estado de la infraestructura y



equipos,...”⁵. Por lo tanto, el jefe debe controlar el uso y protección de las piezas de las máquinas, para evitar el mal funcionamiento de éstas.

Por las evidencias expresadas en el párrafo anterior, no se rechaza ningún nivel de la primera rama del árbol de causas de este modo.

La segunda rama trata del desprendimiento de los pines de las cadenas, donde el primer nivel, explica que es causado por los que están gastados y flojos, debido a que el presupuesto nuevo de gastos de Mantenimiento Industrial no ajustó para mantener existencias, pues excedía el monto de lo proyectado anteriormente y es política de la empresa disminuir anualmente la cifra monetaria presupuestada. Estas diferencias cuantitativas fueron provocadas porque no se controlaron las reservas de estos y otras piezas, y por lo tanto no habían sido incluidos hasta el momento.

Los dos subniveles de este nivel, explican que la Coordinación de Mantenimiento Industrial nunca llevó control de esta información y que no se ha diseñado un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas.

Se investigaron estas aseveraciones con el Supervisor de Mantenimiento Industrial, a través de una entrevista estructurada (véase, Entrevista #3 en Apéndice 2), y expresó que la supervisión tiene conocimiento de los pines desiguales en las cadenas y que esto sucede “...porque no hay orden para un manejo correcto del uso de las cadenas y sus componentes, no se tiene un control de cada cadena utilizada con su respectivo producto.”, señaló textualmente.

Se le preguntó también si existía un stock de pines adecuados para las cadenas, a lo cual respondió: “No hay un inventario de pines, porque no es repuesto que

⁵ Coordinación de Recursos Humanos de Planta Managua. Descripción del Cargo-Supervisor de Línea, Numeral 3: Responsabilidades, inciso 5.

lo amerite. No se requiere de un inventario controlado porque los pines no tienen un desgaste excesivo. Cuando se mira el desgaste es cuando se planifica la compra antes que el pin se dañe.”

La teoría ABC aplicada a inventario de repuestos de máquinas, explica que no es necesario controlar sistemáticamente las reservas de un pin, pues no es una pieza de vital funcionamiento mecánico y es de bajo costo para la empresa, por lo tanto se pueden mantener stocks de seguridad altos para no afectar el proceso productivo. Por consiguiente no rechazan ninguno de los subniveles (Ver Árbol de Causas #5).

En el último nivel de la segunda rama de causas, se explica el desgaste de los pines por la fricción con las guías internas de salida del abastecedor (ver Figura #1), esto es provocado porque los operadores no saben hacer el ajuste, puesto que no todos tienen la misma pericia aprendida en el manejo día a día de la maquinaria y no se consultan unos con otros para resolver detalles del proceso.

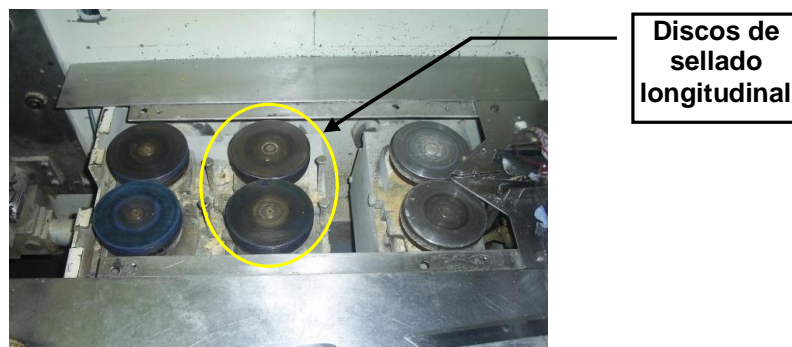
En la descripción del puesto de los operadores, se especifica que una de las habilidades del empleado es, la capacidad del trabajo en equipo⁶. Se explicó en modos anteriores que, el Supervisor de Línea es responsable de administrar el grupo de los obreros, a fin de alcanzar buenos resultados en planta, por lo tanto se identifica un problema de Mando en este nivel.

Las evidencias para este nivel son semejantes al segundo nivel de la primera rama del árbol y por consiguiente no se rechaza como causal de dicho modo de fallo.

⁶ Coordinación de Recursos Humanos. Descripción del Cargo “Operador de Máquina I”. Numeral 2 de Conocimientos, Destrezas y Experiencia Requerida, inciso b de Destrezas, acápite: Habilidades.

Modo de Fallo: “Paquete no sellado”

Este fallo aparece en la operación “Sellado longitudinal” que tiene como función el sellado a lo largo del paquete y ocurre al desajustarse el papel de empaque cuando es empujado por un pin extraño en la cadena, saliéndose del canal que lo conduce hacia los discos de sellado longitudinal (ver Foto #1), provocando que la parte inferior de la envoltura, que se une con los extremos transversales, no se selle.

Foto #1: Discos selladores de máquina de empaque primario

Fuente: Supervisión de Mantenimiento Industrial

La consecuencia del fallo es el paquete abierto, y por inferencia genera, en muchas ocasiones, la caída del producto al piso y el desperdicio del material de empaque.

El control actual determinado (ver Tabla #10), para poder valorar los indicadores, solamente detecta el fallo, pues es identificable por el operador durante el proceso.

La Gravedad de este fallo se calificó en 6 puntos ($G=6$), porque cuando ocurre el efecto el producto puede ser recuperado, sin embargo afecta a 3 indicadores de planta.



La cantidad de frecuencias es muy cercana al modo de fallo anterior y los controles actuales no aplican sobre la causa, sino solamente en el fallo, por lo tanto se le ha asignado 6 puntos al indicador de Ocurrencias (O=6).

El operador puede detectar sin dificultad el paquete no sellado durante el tiempo de operación de la máquina y posiblemente se evite que el fallo pase a la próxima tarea. Por consiguiente se valoraron 5 puntos para el indicador de Detección (D=5), **resultando un total de 180 puntos para el IPR (mayor de 99 puntos).**

Tabla #10: Fragmento AMFE con resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente/ pieza/ operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
						G	O	D	IPR	
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #1	Sellado longitudinal	Sellado long. de paquete	Paquete no sellado	Paquete abierto	Cadenas con pines de otro tipo de cadena	Control visual	6	6	5	180

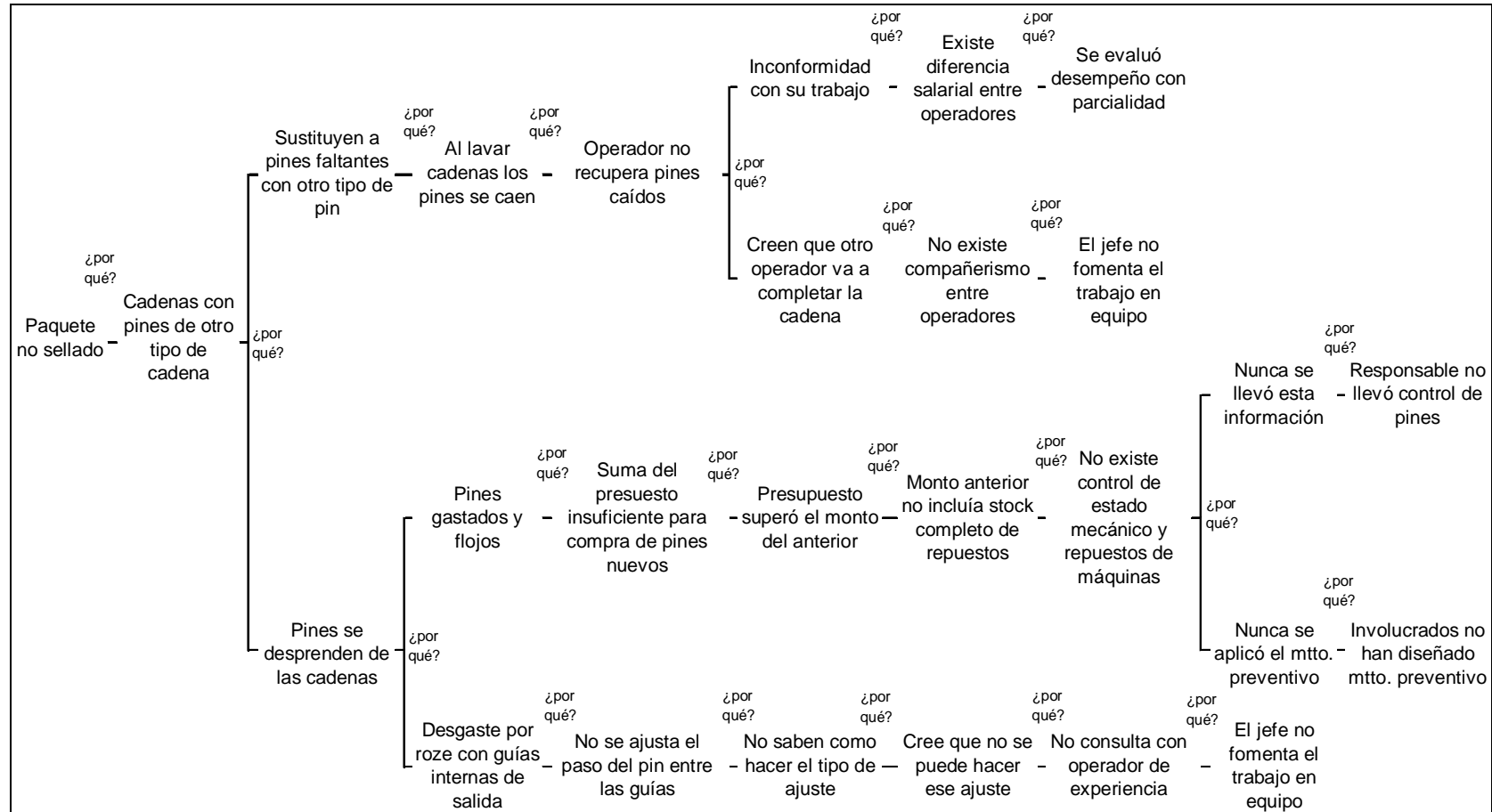
Fuente: Elaboración propia

Posterior a la obtención del índice de prioridad de riesgo, es necesario encontrar sus causas raíces presentadas en el árbol #6, para generar su solución en el plan de acción y acortar la brecha entre los indicadores de planta y sus metas.



Las causas investigadas de esta falla se muestran a continuación:

Árbol de causas #6: Modo de fallo “Paquete no sellado”



Fuente: Elaboración propia

Este árbol contiene las ramas, niveles y subniveles equivalentes al modo de fallo anterior, por lo tanto las causales son evidenciadas de igual forma y se concluye que no se rechazan las raíces del árbol.

6.4.2 Máquina de Empaque Primario #2:

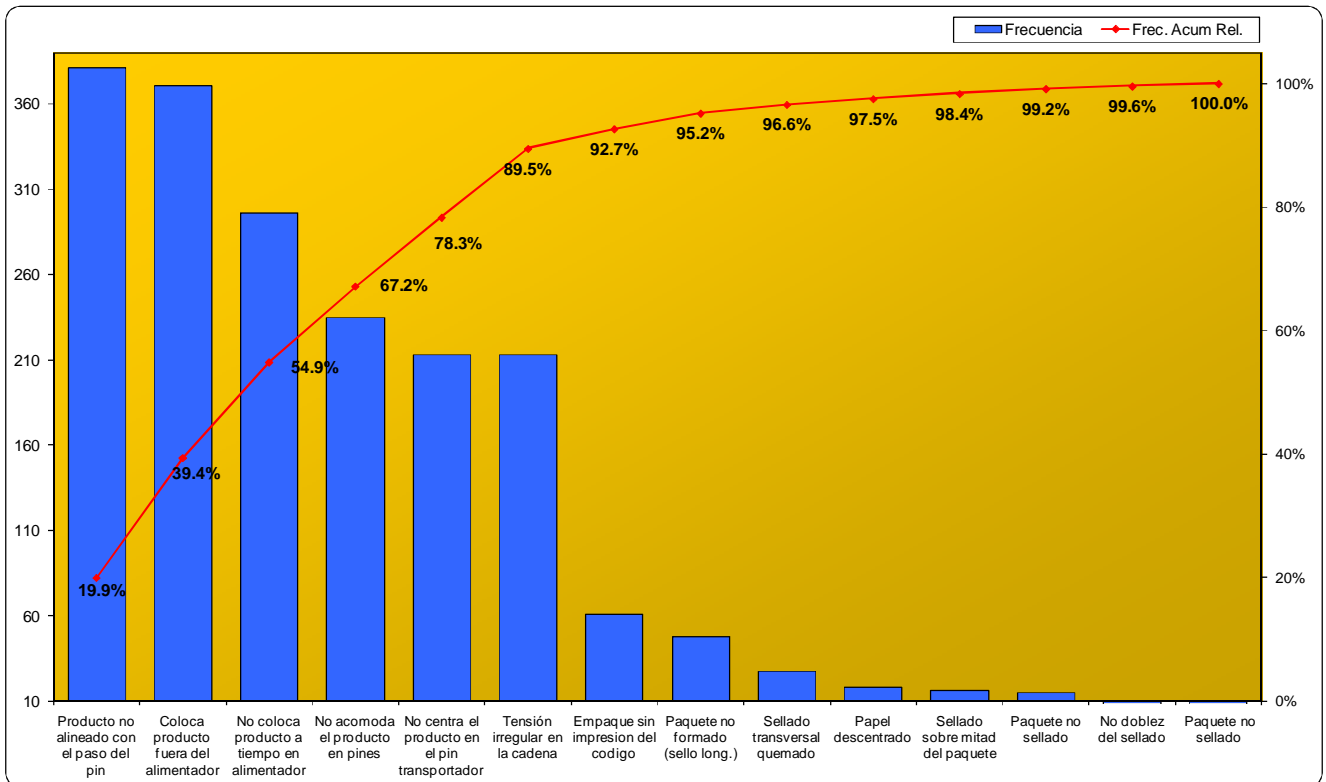
El análisis de esta máquina, al igual que la Máquina de Empaque Primario #1, se realizó mediante la creación y uso de la Hoja de Registro #3, facilitando la recolección de datos, en donde se identificaron y analizaron 13 funciones y 19 modos de fallos con sus efectos. Ver actividades del proceso, mencionadas en el punto 6.4 (pág.40) del Capítulo II de este documento.

El tiempo de recolección de datos fue de 3 días y 8 horas al día, se obtuvieron las respectivas frecuencias de los modos de fallos y sus efectos, las cuales se pueden ver en la Tabla # 4: del Apéndice 1, para luego ser representados la gráfica #6.

El primer modo de fallo prioritario es “Producto no alineado con el paso del pin”, con una frecuencia significativa de 381 y un valor acumulado de 19.9%, seguido del modo “Coloca producto fuera del alimentador” con 371 apariciones y 39.4% de participación, y el modo “No coloca producto a tiempo en alimentador” con 296 reiteraciones.



Gráfica #6: Pareto de Máquina de Empaque Primario #2



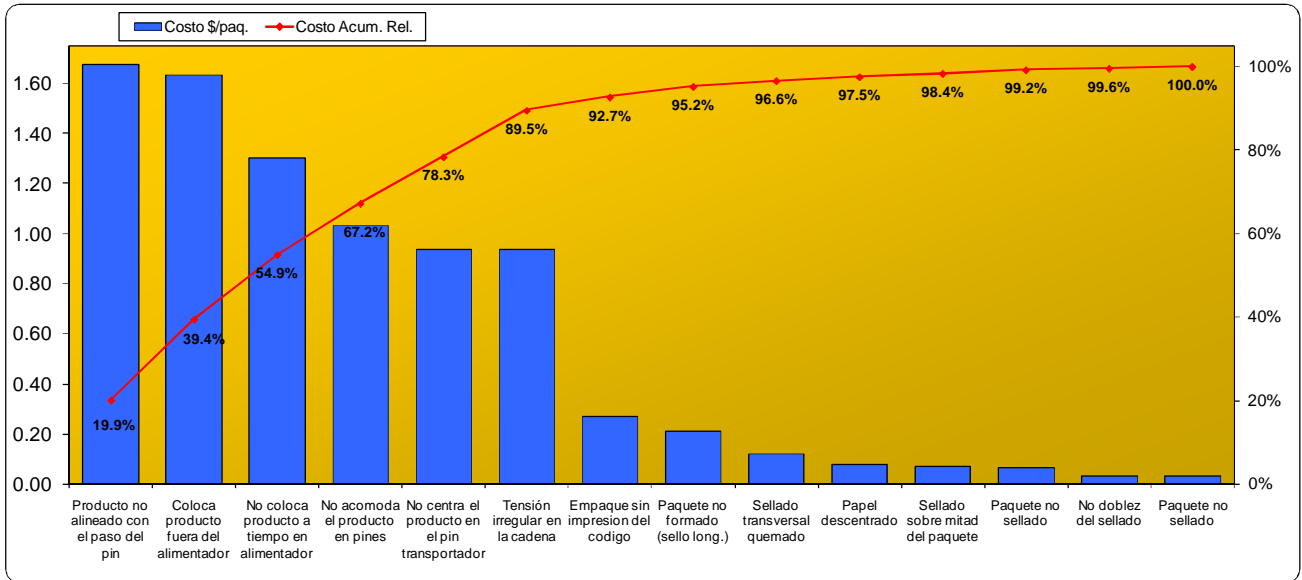
Fuente: Elaboración propia

El modo “No acomoda el producto en pines” tiene una frecuencia de 235 con 67.2% clasificando entre los vitales, así como “No centra el producto en el pin transportador” y “Tensión irregular en la cadena” con 213 frecuencias por igual, pero con 78.3% y 89.55% de participaciones respectivamente. Este último modo excede el 80%, pero cuenta con una diferencia de más de 10 puntos porcentuales y una frecuencia igual al modo precedente, por lo tanto se incluye en el análisis.

A los 6 modos de fallos vitales, se les verificó el nivel de prioridad calculando el costo de cada uno, para saber si realmente son gravosos para la empresa, esto se muestra en la próxima gráfica.



Gráfica #7: Costo para Máquina de Empaque Primario #2



Fuente: Elaboración propia

El cálculo de estos modos de fallo se realizó con los mismos datos de la Máquina de Empaque Primario #1 y con la misma ecuación Ec.: 6.1. Los detalles aritméticos se señalan en la Tabla # 4 en Apéndice 1 de la sección de Anexos.

Los efectos de estos modos provocan el desperdicio del material de empaque, el cual una vez dañado no puede ser recuperado o reprocesado y entre más ocurra el efecto mayor es su costo. Por eso, todas las fallas alcanzan el mismo nivel de prioridad. Se muestra el fragmento de la herramienta AMFE con los modos de fallos prioritarios en la tabla siguiente:

Tabla #11: Fragmento AMFE para Máquina de Empaque #2

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto de fallo
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Alimentación de producto a máquina	Colocar el producto en alimentador de máquina	No coloca producto a tiempo en alimentador	Paquete vacío o incompleto
			Coloca producto fuera del alimentador	
	Guía de salida del abastecedor	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete



Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Laminas flexibles superiores	Acomodar el producto en pines transportadores	No acomoda el producto en pines	Mal sellado transversal del paquete
	Guías laterales hacia formador de empaque primario	Centrar el producto en el pin durante su transporte	No centra el producto en el pin transportador	
	Manija reguladora de tensión de la cadena de pines	Mantener tensión constante de la cadena de pines	Tensión Irregular en la cadena	

Fuente: Elaboración propia

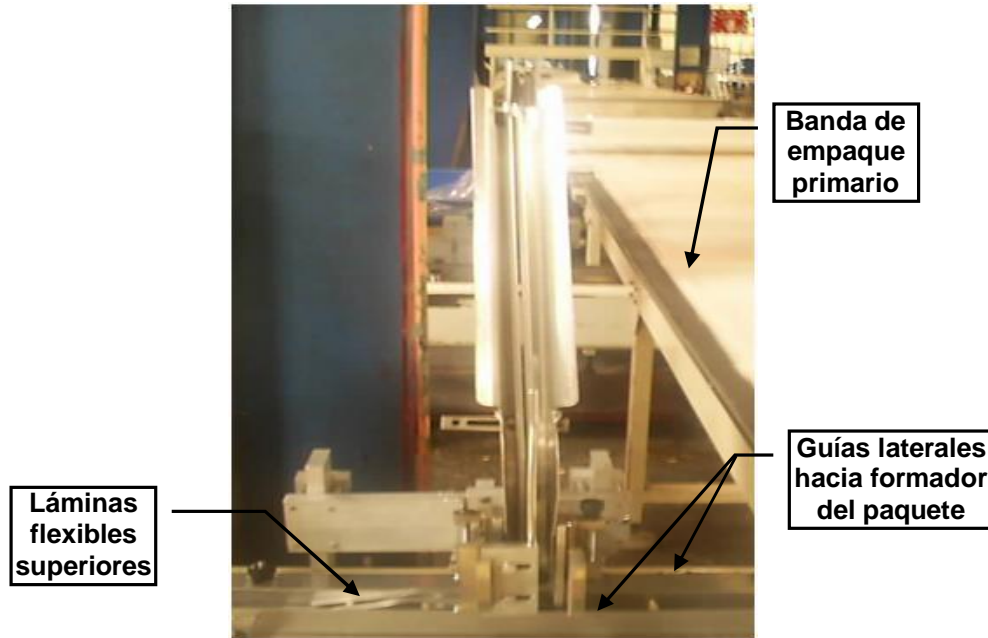
Luego de haber identificado las fallas vitales de esta máquina, se realiza el proceso de calificación de los indicadores (Gravedad, Ocurrencia y Detección) para cada modo de fallo

Modo de fallo: “No coloca producto a tiempo en alimentador”.

En la operación “Alimentación de producto a máquina” se identificaron y definieron dos modos de fallos en la función “Colocar producto en alimentador de máquina”, la cual se realiza manualmente por las auxiliares de producción y de pie junto a la banda de empaque primario para tomar el producto. Ver Diagrama de proceso de flujo, operación #32.

De esta función se deriva el primer modo de fallo “No coloca producto a tiempo en alimentador”, manifestándose cuando las auxiliares tardan en ubicarlo en el alimentador después de tomarlo de la banda. Este retraso origina paquetes vacíos o incompletos, es decir con menos unidades. El abastecedor tiene forma de un canal ubicado verticalmente con una inclinación hacia atrás, ver foto a continuación:

Foto #2: Canal abastecedor o alimentador de máquina.



Fuente: Supervisión de Mantenimiento Industrial

Para evaluar los indicadores se utilizaron las causas directas o superficiales y se identificaron los controles actuales de éste modo de fallo. A continuación se muestran las puntuaciones:

Tabla #12: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Alimentación de producto a máquina	Colocar el producto en alimentador de máquina	No coloca producto a tiempo en alimentador	Paquete vacío o incompleto	No agarra a tiempo el producto	Ninguno	6	8	9	432
					Se le retira por cometer errores al ser aprendiz		6	7	9	378

Fuente: Elaboración propia

Causa 1: “No agarra a tiempo el producto”.

En esta operación no existen controles actuales, pues no hay un procedimiento o instrucción de calidad que esté documentado para verificar el modo de fallo o

la causa, únicamente se cumple la supervisión en planta de manera general y su objetivo no es identificar esta falla.

El puntaje de 6 en el indicador de Gravedad (G=6), se debe a la severidad del efecto en la insatisfacción del cliente interno (operario) y porque incide en el detrimento gradual de 2 indicadores de planta, como lo es el Packaging Waste (con un target = 1.4%), y el Rendimiento (Yield con un target = 96%) de manera indirecta.

La calificación de 8 puntos al indicador de Ocurrencia (O=8) es por la frecuencia de 296 reflejada en la gráfica #6. Además de no tener controles actuales, la falla se ha presentado en otra línea y su probabilidad se incrementa debida a sus causas raíces.

El indicador de Detección se valoró con 9 puntos (D=9), porque no existen controles actuales que capten la falla antes de llegar al cliente interno y a simple vista no se puede detectar con facilidad por la velocidad de operación de la máquina. **Por consiguiente el resultado total del índice de prioridad de riesgo es de 432 puntos (> 99 puntos)**, véase Tabla #12.

Causa 2: “Se le retira del puesto al cometer errores al ser aprendiz”

Como la causa corresponde al mismo efecto de este modo de fallo, entonces análogamente se asignaron 6 puntos al indicador de Gravedad (G=6).

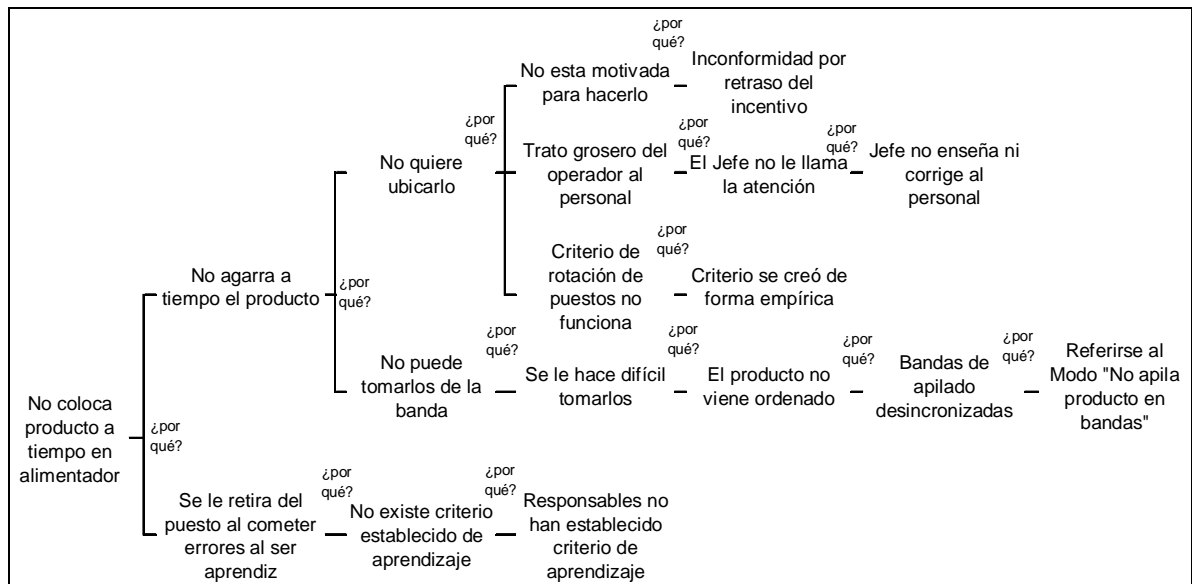
La valoración en el indicador de Ocurrencia es de 7 puntos (O=7), tomando en cuenta las frecuencias presentadas en la gráfica de Pareto #6 y por no tener controles actuales para prevenir la causa de la falla, pero puede disminuir en el tiempo cuando las auxiliares incrementen su nivel de practicidad.

Se evaluó con 9 puntos al indicador de Detección (D=9), porque no existe nada documentado o conocido en planta para detectar el fallo o la causa, pues la

supervisión no está dirigida específicamente a identificar esta situación durante el proceso productivo. **Con este último se produce un IPR de 378 puntos (> 99 puntos).** Obsérvese Tabla #12 en páginas anteriores.

Las dos causas directas de éste modo de fallo sobrepasaron los 99 puntos del criterio de prioridad del AMFE, por ende se deben plantear alternativas de solución a sus causas raíces. En el árbol siguiente se despliegan las causantes:

Árbol de causas #7: Modo de fallo “No coloca producto a tiempo en alimentador”.



Fuente: Elaboración propia

En el esquema se encuentran los tres niveles de actitudes de las auxiliares de proceso (no sabe, no quiere y no puede), los cuales son utilizados para encontrar las causas que generan este modo de fallo.

En el primer subnivel del nivel 1, de la primera rama del modo de fallo, se investigó que la falla ocurre, porque el producto no es agarrado a tiempo por las auxiliares, pues ellas no quieren hacerlo debió a la desmotivación causada por la inconformidad del retraso del incentivo⁷ que se les da cada trimestre. Para

⁷ El incentivo es un bono de compra para los empleados en los supermercados de la empresa asociada.

confirmar esta causante se entrevistó a la Coordinación de Mejora Continua, y expuso que el incentivo se retrasa siempre por gestión entre Recursos Humanos de Nicaragua y la sede regional en Costa Rica, esta última lo analiza en dos semanas para enviar el cheque a la empresa asociada, entregándose 3 semanas después del pago de nómina, ver Entrevista #4 del Apéndice 2. Por consiguiente, estas circunstancias promueve la aparición del modo de fallo.

Otra razón de origen del modo de fallo que está en el segundo subnivel del nivel 1 (véase Árbol #7), es el trato grosero del operador a las auxiliares durante la jornada laboral, porque el jefe no les llama la atención para corregirlos y fomentar el trabajo en equipo, a pesar de las quejas sobre la situación. Como se mencionó en modos anteriores, es responsabilidad del Supervisor administrar al grupo de operadores y auxiliares de proceso, como un equipo motivado⁸. Por tal razón, este subnivel no se descarta como causante de esta falla.

El tercer subnivel del nivel 1 es otro causante de la primera rama, en el cual se indagó que sí existe un criterio rotación entre puestos durante la jornada laboral, pero que los responsables lo crearon de forma empírica y que tampoco lo han mejorado. Esto se evidenció en la entrevista a la Coordinación de Mejora Continua, donde expresa que sí existe un criterio y se hace cada hora porque no se hizo un estudio para establecer cuánto tiempo las trabajadoras deben estar en cada máquina, y no está documentado, pues es considerado solamente como un asunto de ergonomía. Véase: Entrevista #4 en el Apéndice 2.

La rotación entre puestos de las auxiliares es ineficiente, debido a los distintos niveles de fatiga según la máquina asignada, y estar 1 hora en todas las máquinas por igual les causa descontento. Por eso los puestos menos fatigadores son los preferidos y las trabajadoras desean permanecer en ellos más tiempo. Por lo tanto, no se rechaza este subnivel como causante del modo de fallo y clasifica entre las 9M's como Mando.

⁸ Ver evidencias del modo "Producto no alineado con el paso del pin", de la Máquina de Empaque Primario #1.



En el segundo nivel de la primera rama del árbol #7, se explica que no se agarra el producto a tiempo, porque las auxiliares tienen dificultad para tomarlo de la banda, debido al desorden provocado por las bandas desincronizadas. Esta causal converge con el modo de fallo “Apilamiento del producto desordenado”, perteneciente al Área de Horno, el cual ya tiene sus raíces evidenciadas y no rechazadas anteriormente (clasificadas con la M de Mando), y por lo tanto, también aplica a que se produzca el fallo en esta área del proceso.

En la segunda y última rama del Árbol, se describe que las auxiliares son retiradas del puesto al estar de aprendices, por indicaciones del jefe cuando cometen errores durante su aprendizaje, esto sucede por la inexistencia de un criterio estándar donde se especifique el tiempo que deben estar en la máquina hasta alcanzar su máximo nivel de practicidad. La comprobación de esta causante se realizó a través de la entrevista a la Coordinación de Mejora Continua, expresando que: no existe un criterio, pero se intentó crearlo, porque no hay tiempo para hacerlo y por eso el nivel de aprendizaje es considerado por el Supervisor o por el coordinador de línea. Por consiguiente, esta última rama del Árbol no se desprecia como causante de la falla. Ver Entrevista #4 en el Apéndice 2.

Con todo lo previamente expuesto se demuestra la existencia de un serio problema de motivación en el personal y de Mando, derivado de la causa raíz del área de Horno. También por el método de rotación definido empíricamente, para las auxiliares del proceso de producción, y por la inexistencia de un método de aprendizaje para los puestos de trabajo.



Modo de Fallo: “Coloca producto fuera del alimentador”.

Esta falla provoca dos efectos (ver Tabla #11). El primero se produce en la alimentación repetitiva y continua de la máquina (operación #32 del Diagrama de proceso de flujo), cuando a las auxiliares se les suelta el producto de las manos cayendo entre los pines y/o en el piso, dando lugar a que haya espacios vacíos en el abastecedor, provocando paquetes sin producto o incompletos.

El segundo efecto “Mal sellado transversal del paquete” del modo de fallo, se da por las mordazas selladoras que machacan el producto y el papel a la vez, provocado cuando este se atasca entre las guías laterales, originando el contacto con el pin, moviéndolo de forma oscilatoria, lo cual deshace la columna de 4 unidades formada al salir del alimentador que será empacada.

A continuación se presenta la tabla con las evaluaciones de los indicadores de la falla.

Tabla #13: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Alimentación de producto a máquina	Colocar el producto en alimentador de máquina	Coloca producto fuera del alimentador	Paquete vacío o incompleto	No tiene práctica en el puesto	Ninguno	10	7	9	630
				Mal sellado transversal del paquete			No agarra a tiempo el producto	6	8	9

Fuente: Elaboración propia

En este fallo con se encontraron algún tipo de control actual que pudiese detectar la causa o la falla misma.

Causa 1: Se le retira del puesto al cometer errores al ser aprendiz

Se le asignó el mayor puntaje al indicador de Gravedad (G=10), porque contribuye a dos efectos (como se puede observar en la Tabla #13) “Paquete

vacío o incompleto” y “Mal sellado transversal del paquete”. Las incidencias de estos dos ya han sido explicadas anteriormente en las evaluaciones de la Máquina de Empaque #1.

Para los 7 puntos del indicador de Ocurrencia (O=7) se consideró que por la inexistencia de un criterio de aprendizaje de las auxiliares de empaque, no se puede ratificar el nivel de práctica en los puestos de trabajo y por lo tanto no hay manera de saber cuándo han aprendido a realizar la tarea. Además esta situación se presenta en la otra línea de producción de la planta.

En el indicador de Detección se considerarán las mismas condiciones que en la causa 2 del modo anterior, del mismo indicador. Por eso, también se asignan 9 puntos (D=9), **para un IPR de 630 puntos en total (> 99 puntos), por ende se le atribuye una solución de mejora.** Ver Tabla #13.

Causa 2: “No agarra a tiempo el producto”

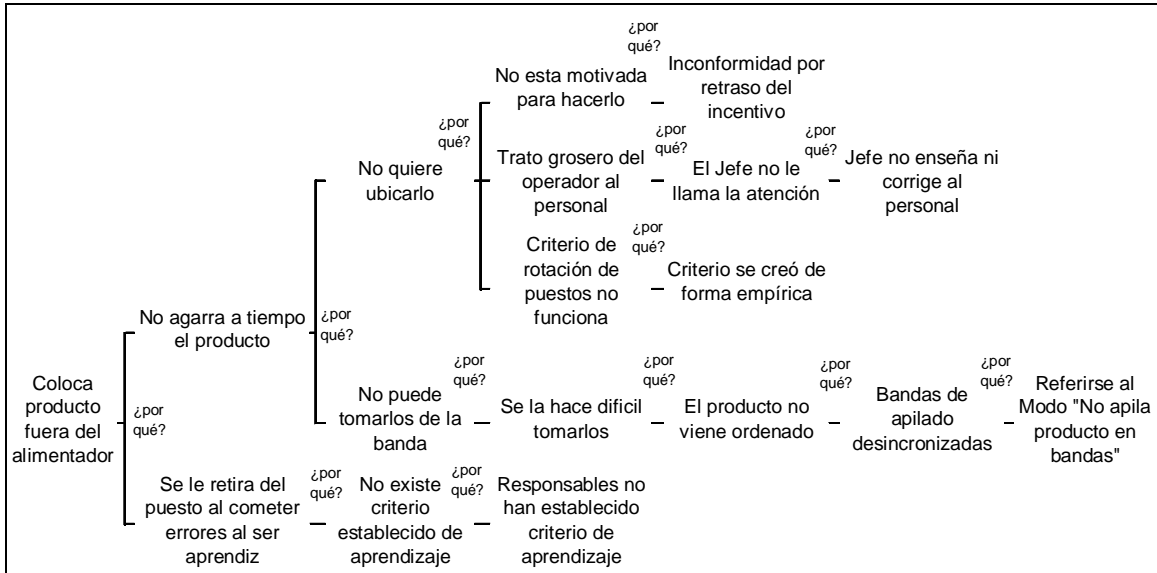
La influencia del efecto provoca la misma insatisfacción que la causa 1 del modo de fallo anterior, afectando a los mismos indicadores previamente mencionados. Por tal razón se juzgó con 6 puntos al indicador de Gravedad (G=6).

Esta causa se presenta de igual forma que en el modo de fallo anterior, por eso tiene la misma posibilidad de ocurrir en este modo de fallo y se grava con un puntaje de 8 al indicador de Ocurrencia (O=8).

EL puntaje de 9 del indicador de Detección (D=9), es por la misma circunstancia del modo de fallo anterior, **de lo que resulta un IPR de 432 puntos en total (mayor de 99 puntos).**

Las dos causas superficiales del fallo excedieron los 99 puntos críticos de prioridad, por lo cual se debe plantear acciones de mejora orientadas a suprimir sus causas raíces. Para ello se muestra el siguiente árbol de causales:

Árbol de causas #8: Modo de fallo “Coloca producto fuera del alimentador”.



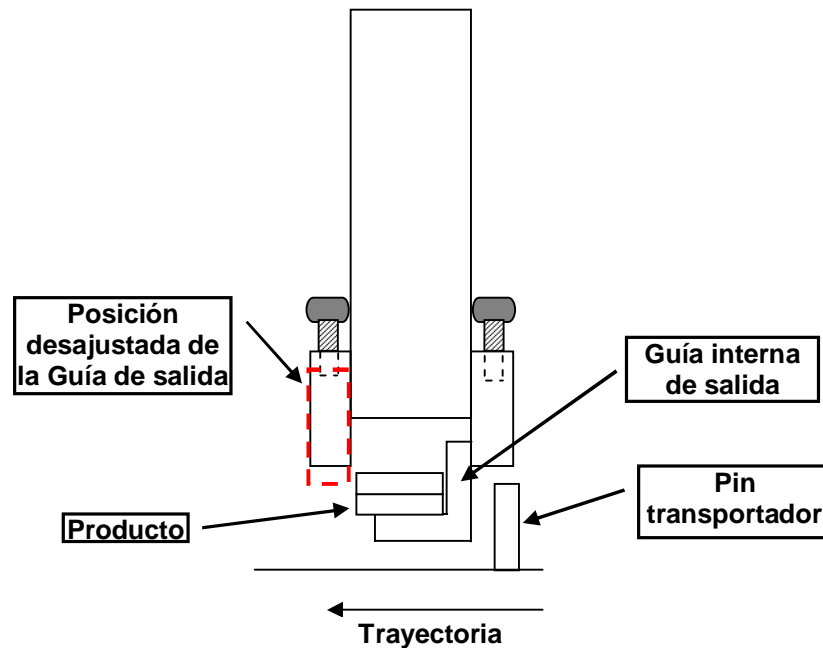
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en este árbol, las ramas, niveles y subniveles son iguales al modo de fallo anterior y deben ser analizadas análogamente utilizando las mismas evidencias, por eso no se descartarán como orígenes de esta falla.

Modo de fallo: “Producto no alineado con el paso del Pin”.

Una de las piezas de la máquina en estudio (véase Tabla #11), es la “Guía de salida del abastecedor”, que tiene un movimiento vertical ajustado manualmente con una pequeña manija giratoria. La función de la guía es “Alinear el producto al paso del pin transportador” y consiste en ajustar la alineación del producto al instante del paso del pin para ser llevado al empaquetado.

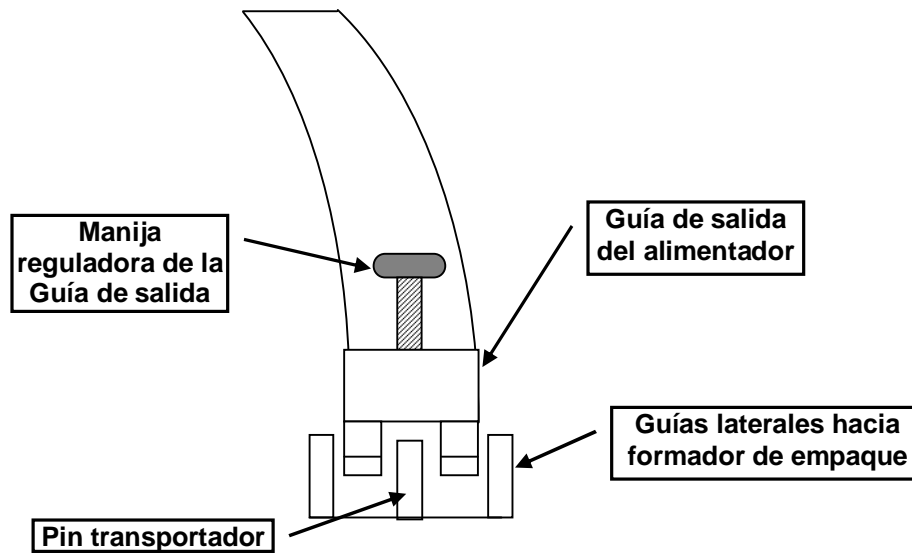
De la función se determinó el modo de fallo “Producto no alineado con el paso del pin”, que se observa por la posición incorrecta de la guía, la cual ejerce presión en el producto contra el pin, moviéndolo oscilatoriamente. La forma de la pieza se muestra en la siguiente figura.

Figura #2: Vista frontal del alimentador o abastecedor.

Aquí se muestra cuando el pin entra al alimentador (observar trayectoria), pasando entre las Guías internas de salida (ver Figura #1), para tomar el producto alineado por la Guía de salida del alimentador.

El efecto del modo de fallo es “Mal sellado transversal de paquete”, que se observa en la desalineación de la columna de productos, cayendo entre los pines durante su transporte por el empuje del pin (ver Figura #2), haciendo que el sellado de las mordazas se efectúe sobre el producto y el papel al mismo tiempo. En la siguiente figura se muestra el paso del pin entre el alimentador hacia el formador de empaque.

Figura #3: Vista de perfil del alimentador, trayectoria hacia fuera del plano.



Esta figura muestra la posición del pin cuando entra y sale del alimentador entre las Guías internas (sin producto).

Seguidamente se muestra la tabla con la calificación de los indicadores de la falla.

Tabla #14: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario # 2	Guía de salida del abastecedor	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete	No hace regulación según estándar / instructivo	Control visual	8	9	7	504

Fuente: Elaboración propia

En éste y los siguientes modos de fallo existe control visual solamente para detectar el fallo, porque la verificación que se realiza es efectuada por el operador para buscar cualquier falla que ocurra en la máquina, pero no para detectar su causa.



El indicador de Gravedad es de 8 puntos ($G=8$), porque no satisface a las auxiliares de empaque secundario en la toma del producto, y además si el fallo persiste continuamente se deberá detener la máquina hasta solucionar el problema y las operaciones posteriores, pues entre más se desperdicie material de embalaje, se tendrá una mayor afectación a los indicadores de planta.

Esta causa y la severidad de su efecto se repiten en los modos de fallo siguientes de esta máquina, por lo tanto se valorarán con igual puntaje sus indicadores de Gravedad ($G=8$).

Se asignaron 9 puntos al indicador de Ocurrencias ($O=9$), tomando de referencia los datos reflejados en el diagrama de Pareto y porque no hay supervisión que verifique el uso del instructivo por el operador durante la operación de la máquina empacadora, lo cual evitaría que originara la causa.

El puntaje de 7 en el indicador de Detección ($D=7$) es por la dificultad para observar la falla, por la velocidad de operación de la máquina y el lugar de origen del modo. **En total se obtiene un IPR de 504 (mayor a 99 puntos).** Ver tabla #14.

Dado que la causa directa de la falla excede el límite permitido, por su resultado del índice de prioridad de riesgo, se indagaron sus causas raíces mediante el árbol #9.

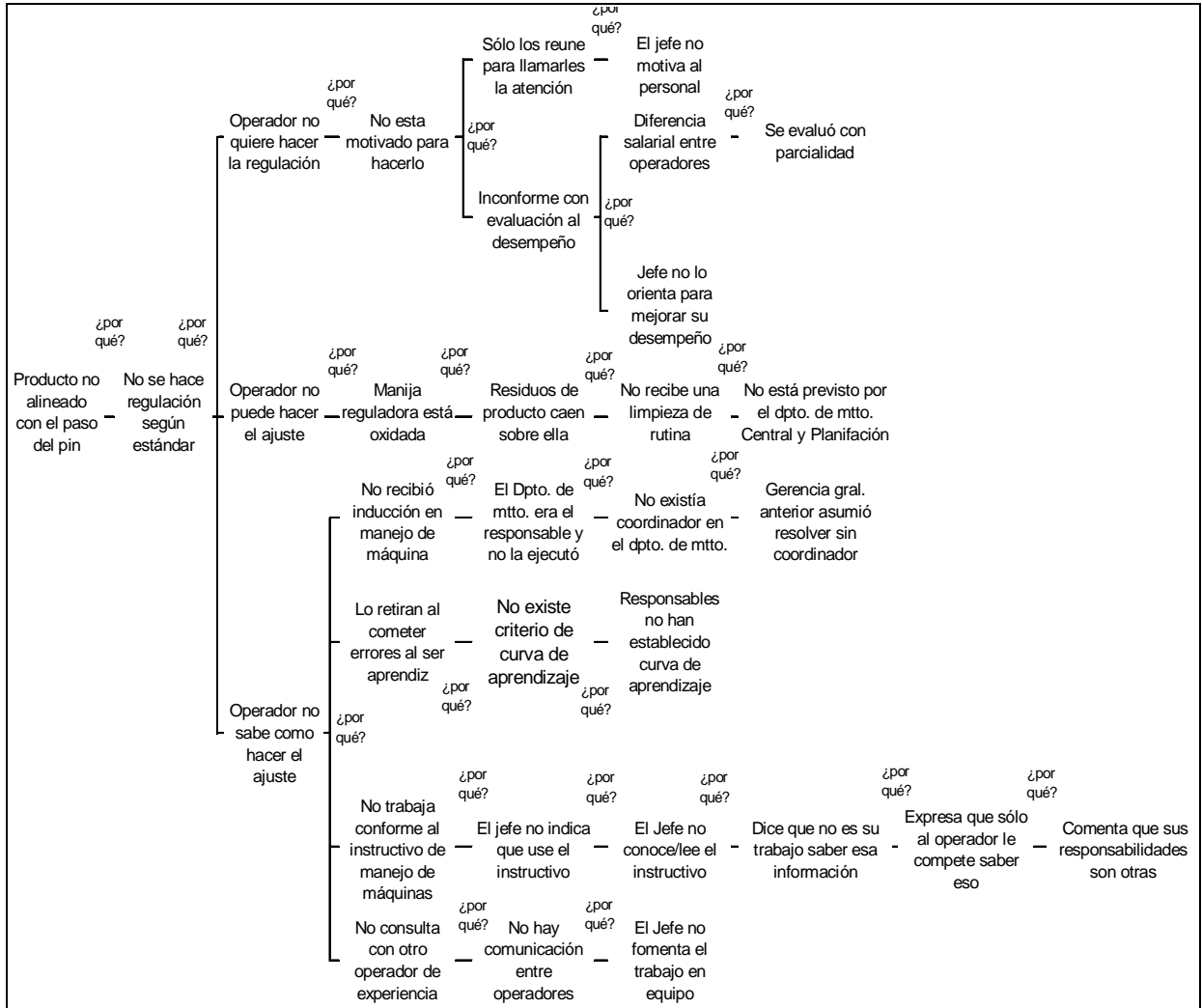
En este árbol se aprecian las tres ramas por actitud del operador y los niveles que se derivan de cada rama cuando no sabe, no quiere o no puede, hasta llegar a la raíz de cada una.

En el nivel 1 de la primera rama, expone que los operadores no están motivados para hacer la regulación según el estándar establecido, porque sólo son



reunidos para llamarles la atención al generar desperdicio de material de empaque y no son animados por el jefe para mejorar la situación.

Árbol de causas #9: Modo de fallo “Producto no alineado con el paso del pin”.



Fuente: Elaboración propia

El nivel 2 (con dos subniveles), refiere a la inconformidad de los operadores con la evaluación al desempeño, la cual depende del criterio del Supervisor, pues señalan que la diferencia salarial se debe a la calificación parcializada del jefe y que no se retroalimenta la información del MAP al trabajador.

Los niveles de la primera rama reinciden en la responsabilidad del Supervisor (jefe), para administrar el grupo de operadores de manera motivada, según descripción de su cargo, citado en modos anteriores. Por tal razón no se descartan como causantes del fallo.

La rama central de árbol, señala que los operadores no pueden hacer la regulación porque la manija se encuentra oxidada, debido a los residuos del producto caídos sobre ella, pues no recibe una limpieza, ya que no está previsto algún Mantenimiento por la Coordinación de Planificación y la de Mantenimiento Central. Esto está explicado y evidenciado con la entrevista dirigida a la Gerencia de Manufactura donde confirma la inexistencia del mantenimiento.

Complementando la entrevista antes mencionada, se confirmó el estado mecánico de la manija reguladora, con la ayuda de un operador para que mostrara la dificultad del ajuste, para esto él hizo uso de una tela o paño tratando de girarla forzosamente, pero no se pudo. Esto demuestra que la regulación no es posible, por lo tanto no se excluye como causante de la falla.

En el primer nivel de la última rama, se presenta que el origen del modo de fallo es que los operadores contratados (que antes eran auxiliares de proceso), no fueron capacitados en el manejo de máquinas de empaque durante la Gerencia general anterior, debido a la decisión de resolver sin Coordinador de Mantenimiento Central, el cual era el responsable de los operadores. Para solventar esta situación la Gerencia actual, realizó evaluaciones (ver Tabla #4 en el Apéndice 2) basadas en los instructivos a todos los trabajadores, por lo tanto este nivel no es causante y se rechaza como raíz del fallo.

En el siguiente nivel de la misma rama, muestra que el operador no sabe como ajustar la Guía de salida porque no tiene práctica en el puesto de trabajo, debido a que es retirado por el jefe al cometer errores durante es aprendiz, pues no

existe un criterio estándar donde se especifique el tiempo y nivel de práctica a cumplir en las máquinas de empaque.

La evidencia para este nivel fue obtenida a través de la entrevista dirigida al Supervisor de línea (véase Entrevista #5 en Apéndice 2), donde él plantea que específicamente no existe un criterio, pero si hay charlas de inducciones al puesto, porque la máquina no se puede trabajar al 100% de su capacidad por sus condiciones mecánicas, por eso se le tolera el 3% de desperdicio respecto a lo empacado. Por tanto, este nivel no se descarta como causante del modo de fallo.

El tercer nivel de la rama coincide con la tercera rama de los modos de fallo “Producto no alineado con el paso del pin” y “Canal del alimentador no ajustado” de la Máquina de Empaque Primario #1. Esta causa aplica también a la Máquina #2 y no se rechaza como causante de este modo de fallo por las evidencias anteriormente presentadas.

En el cuarto nivel de la tercera rama del árbol #9, concurren con el segundo nivel de la segunda rama de las fallas “Pin deforme o desigual” y “Paquete no sellado” de la Máquina de Empaque Primario #1. Por tal razón y por las evidencias de estos dos modos de fallo, tampoco se excluirá este nivel como origen del fallo.

Modo de fallo: “No acomoda el producto en pines”.

Otras piezas analizadas de la Tabla #11 son el par de “Láminas flexibles superiores”, que están sujetadas en una base horizontal después de la guía de salida (ver Foto #2, pág.60) y tienen como función “Acomodar el producto en los pines transportadores” (esta se realiza después de la operación #32 y antes del transporte #10 del Diagrama de proceso de flujo), por eso son necesarias para ubicarlo en el pin después que es alineado.



El modo de fallo de la función es “No acomoda el producto en pines”, ya que al pasar el producto por las láminas, se deshace la columna de 4 unidades en el pin que las transporta, provocando el efecto “Mal sellado transversal de paquete”, explicado en modos de fallo previos.

Luego se muestra la tabla con los puntajes de los indicadores del modo de fallo:

Tabla #15: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Laminas flexibles superiores	Acomodar el producto en pines transportadores	No acomoda el producto en pines	Mal sellado transversal del paquete	No hace regulación según estándar / instructivo	Control visual	8	6	8	384

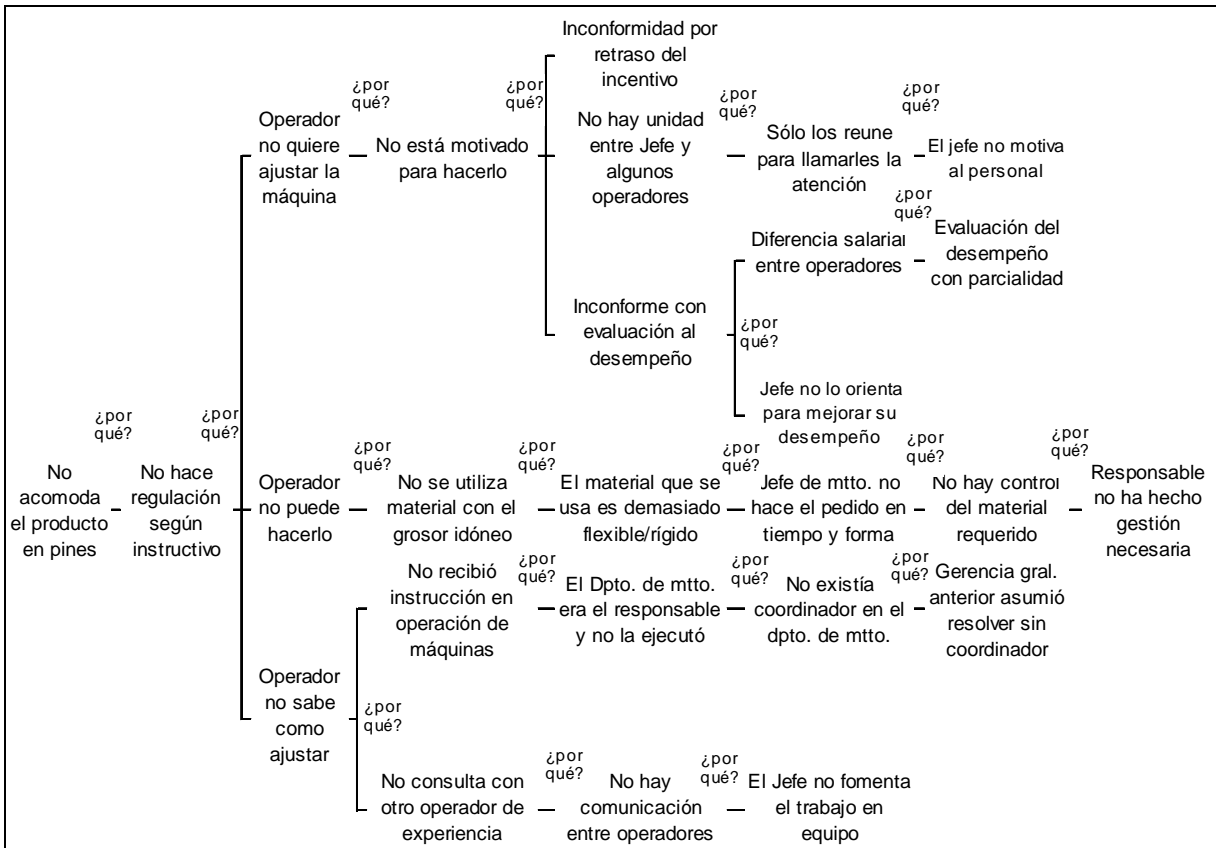
Fuente: Elaboración propia

Se calificó con 6 puntos el indicador de Ocurrencias(O=6) considerando su posición en la gráfica #6, también porque la falla se ha visto en otras máquinas de la planta producidas por sus diferentes causas raíces.

Para el valor de 8 puntos del indicador de Detección (D=8), se consideró la limitación del control visual del operador para detectar el fallo, porque las láminas metálicas están debajo de la banda de apilado. **Consiguientemente se obtiene un IPR de 384 (superior a 99 puntos).** Ver tabla #15.

El resultado del índice de prioridad de riesgo de la falla, también sobrepasa los 99 puntos, como se explicó previamente, por lo tanto se investigaron sus causas raíces y para encontrarlas se empleó el siguiente árbol:

Árbol de causas #10: Modo de fallo “No acomoda el producto en pines”.



Fuente: Elaboración propia

En el nivel 1 de la rama superior del esquema, los operadores expresan que se sienten desmotivados por el retraso del incentivo, este converge con el primer subnivel del nivel 1 de la primera rama de los árboles #7 y #8 de esta misma máquina. Estos dos, ya fueron evidenciados anteriormente y por lo tanto este nivel no se rechaza como causante.

Los siguientes subniveles y niveles de la primera rama del árbol, concurren exactamente con los subniveles y niveles de la primera rama del árbol del modo de fallo anterior “Producto no alineado con el paso del pin” de la Máquina #2, los cuales ya fueron evidenciados. Por ende no se excluyen como causales de la falla.

La rama central puntualiza que el operador no puede hacer la regulación, porque el grosor del material de las láminas no es idóneo, cuando es demasiado flexible o rígido para ajustarse, debido a que el jefe de mantenimiento industrial no ha realizado el pedido en tiempo y forma para la adquisición del material requerido, porque no hay un control para esta gestión.

La evidencia para esta rama se obtuvo mediante la Entrevista #6, dirigida al Supervisor de Mantenimiento Industrial, en la cual declara tener conocimiento de las variaciones en el grosor del material de las láminas y que por eso no se puede regular como se requiere, aunque sí sabe cuál es el grosor idóneo, pero no hay inventario porque no se ha gestionado por la recarga de trabajo. También la adquisición de las piezas con la medida específica, es difícil de encontrar y no se ha podido comprar.

En la descripción del cargo del Supervisor de Mantenimiento Industrial suscita que debe: “Responsabilizarse de las actividades y de los suministros de los almacenes de materiales técnicos, incluyendo las ordenes regulares de reaprovisionamiento de materiales y repuestos para las necesidades de la sección⁹”. Por tal razón, la rama central no se excluye como causante del modo de fallo.

Continuando a la última rama, el primer nivel concuerda precisamente con la situación señalada en el primer nivel de la tercera rama del árbol en el modo de fallo anterior, el cual se descartó como causa y por ende esta también se rechaza como raíz de origen de la falla.

El nivel 2 de la tercera rama de este fallo, coincide con el segundo nivel de la segunda rama de los árboles #5 y #6 de la Máquina de Empaque Primario #1.

⁹ Descripción de Cargo del Supervisor de Mantenimiento Industrial, inciso 6 del punto #3: Principales obligaciones o responsabilidades. Recursos Humanos Regional de la empresa de alimentos.



Por consiguiente y por lo evidenciado en estos dos niveles, tampoco se rechaza este nivel como causal de la falla “No acomoda producto en pines”.

Modo de fallo: “No centra el producto en el pin transportador”.

En la Tabla #11, uno de los componentes de la Máquina #2 es “Guías laterales hacia formador de empaque primario” (ver Foto #2), las cuales están ubicadas a los extremos laterales del paso del pin, y se extienden desde antes del alimentador hasta el formador de paquetes. Tienen la función de “Centrar el producto en el pin durante su transporte”, evitando que el producto se separe del pin que lo transporta.

La falla de la función es “No centra el producto en el pin transportador”, cuando las guías deshacen la columna de 4 unidades del producto durante el transporte al no estar ajustadas, ocasionando que las mordazas machaquen el producto y el papel a la vez, produciendo el mismo efecto de modos de fallo anteriores.

Posteriormente se presenta la calificación de los indicadores para evaluar la causa directa de la falla:

Tabla #16: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Guías laterales hacia formador de empaque primario	Centrar el producto en el pin durante su transporte	No centra el producto en el pin transportador	Mal sellado transversal del paquete	No hace regulación según estándar / instructivo	Control visual	8	5	6	240

Fuente: Elaboración propia

En el indicador de Ocurrencia se asignó un valor de 5 puntos (O=5), por frecuencias en el diagrama de Pareto y porque no hay supervisión para identificar la causa, como se mencionó anteriormente.



El operador puede detectar la falla a la vista, pero con dificultad por la velocidad de operación de la máquina. Por consiguiente el indicador de Detección es de 6 puntos (D=6), **para alcanzar un IPR de 240 (mayor a 99 puntos)**. Véase Tabla #16.

Con el resultado previo de la falla (ver Tabla #16) que supera los 99 puntos se prosiguió a construir el Árbol de causas #11 que se presenta más adelante.

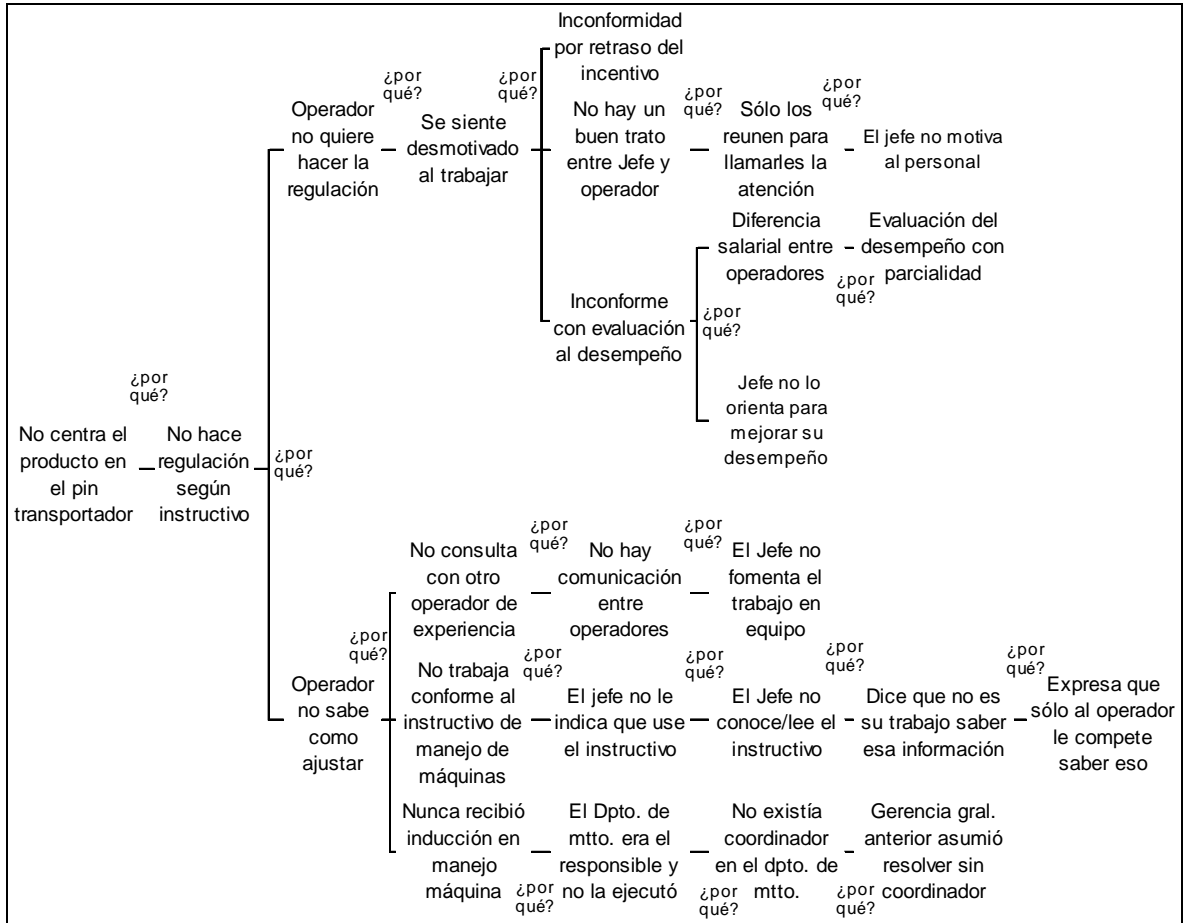
El nivel 1 de la primera rama, coincide con el primer subnivel del nivel 1 de la primera rama de los modos de fallo “No coloca producto a tiempo en alimentador” y “Coloca producto fuera del alimentador” de esta misma Máquina #2, los cuales ya se evidenciaron como causantes. Por la tanto, este nivel no se descarta como raíz de este fallo.

Los siguientes niveles y subniveles de la primera rama concurren con los niveles y subniveles de la primera rama del árbol en el modo de fallo “Producto no alineado con el paso del pin” de la misma máquina, los cuales ya fueron validados. Por tal razón también son causante de la falla.

El nivel 1 de la segunda rama, es semejante a la condición puntualizada en el segundo nivel de la segunda rama del árbol #5, el cual ya se comprobó su veracidad, análogamente las evidencias aplican para este nivel y por tanto se infiere que es causante del modo de fallo en análisis.



Árbol de causas #11: Modo de fallo “No centra el producto en pin transportador”.



Fuente: Elaboración propia

El nivel 2, es convergente a la tercera rama del árbol #3 de la Máquina de Empaque #1, por ende este nivel provoca la ocurrencia de esta falla.

Para el nivel 3 se aplican las conclusiones del nivel 1 de la tercera rama del árbol #9, pues tienen las mismas raíces y esto confirma la veracidad de este nivel para esta falla.

Modo de fallo: “Tensión irregular en la cadena”.

Otra pieza de la máquina en análisis es la “Manija reguladora de tensión de la cadena de pines”, ubicada debajo del alimentador, en el extremo derecho del paso de la cadena. Posee la función de “Mantener la tensión constante de la



cadena de pines”, en la cual se produce el modo de fallo “Tensión irregular en la cadena”, que se manifiesta en una pausa (de segundos) y repetitiva en el movimiento de los pines, desordenando la columna de productos, provocando el mismo efecto que en los modos de fallo anteriores (véase Tabla #11).

Se prosigue con la tabla conteniendo la evaluación de los indicadores tomando en cuenta la causa superficial:

Tabla #17: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo

ÁREA	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #2	Manija reguladora de tensión de la cadena de pines	Mantener tensión constante de la cadena de pines	Tensión irregular en la cadena	Mal sellado transversal del paquete	No hace regulación según estándar / instructivo	Control visual	8	5	4	160

Fuente: Elaboración propia

Esta falla tiene igual frecuencia que la anterior y tiene las mismas condiciones de prevención de la causa, por esto se justifica los 5 puntos al indicador de Ocurrencia (O=5).

En el indicador de Detección se tiene un puntaje de 4 (D=4), porque el defecto está a la vista y es posible que no llegue a causar insatisfacción. **El IPR da como resultado 160 puntos en total (> 99 puntos).**

Después de un resultado del fallo que se extralimita (ver Tabla #17), en consecuencia se rastrearon las causas raíces que se muestran en el próximo Árbol de causas #12.

El nivel 1 de la primera rama, es similar con la condición descrita en el primer subnivel del nivel 1 de la primera rama del árbol #7, del cual ya fue confirmada su legitimidad y por tanto este nivel también es causal de este modo de fallo.

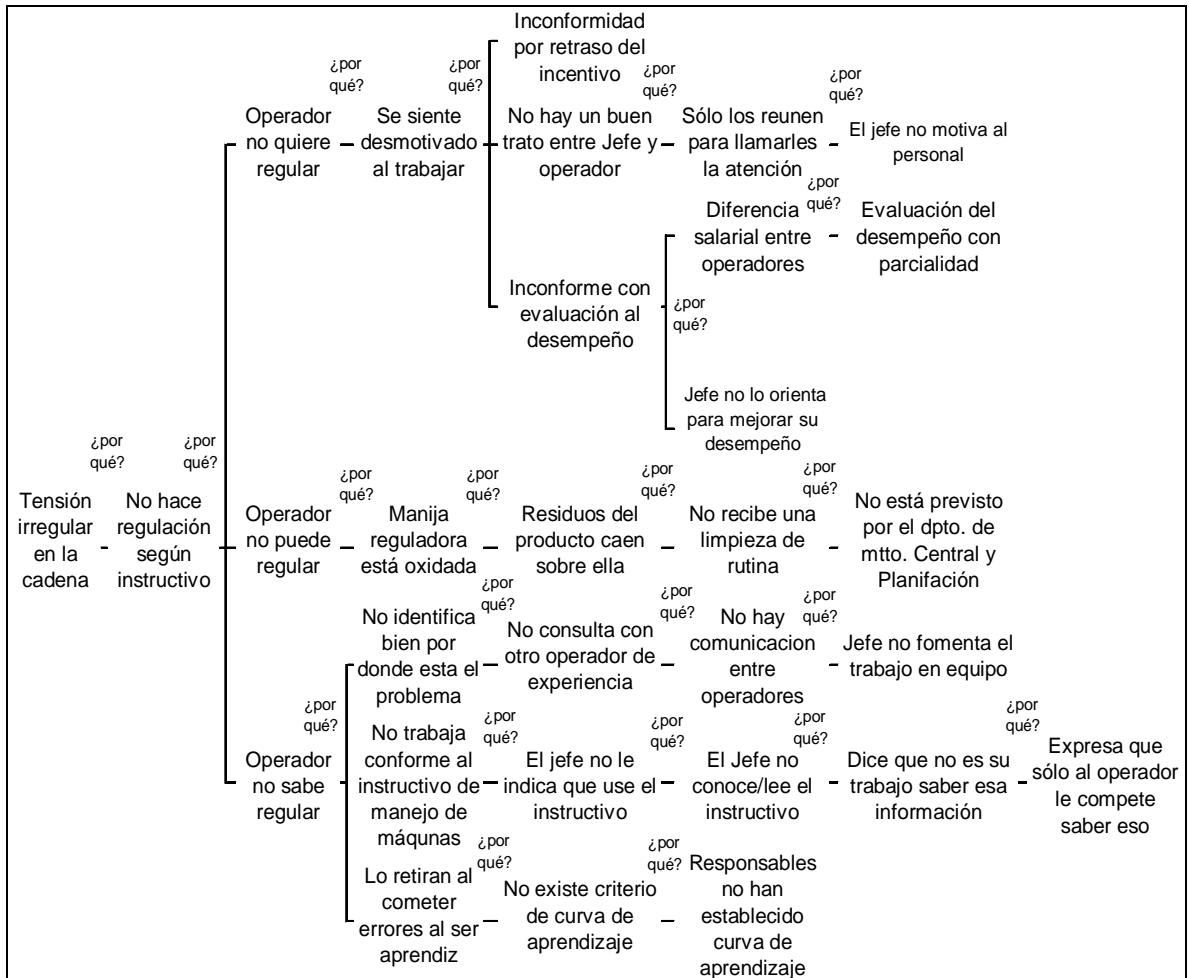
Los siguientes niveles y subniveles de la primera rama, también concurren con los niveles y subniveles de la primera rama del árbol #9 y ya se validaron previamente. En consecuencia, son causales de la falla.

Las siguientes correspondencias con los niveles de este árbol, confirman su participación de la existencia de la tensión irregular en las cadenas y por esta razón serán incluidas como no rechazadas.

- a. La rama central con la primera rama del árbol #3.
- b. El nivel 1 de la tercera rama con el nivel 2 de la segunda rama del árbol #5.
- c. Nivel 2 de la tercera rama con la tercera rama del árbol #3.
- d. El nivel 3 de la tercera rama con el nivel 2 de la tercera rama del árbol #9.



Árbol de causas #12: Modo de fallo “Tensión irregular en la cadena”.



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, ningún nivel o subnivel de este esquema es descartado del análisis.

Todos los índices de prioridad de riesgo de las fallas, mostrados en las tablas previas, indican que estos requieren acciones de mejora por exceder los 99 puntos del criterio de prioridad del análisis modal.

6.4.2 Área de proceso: Empaque Secundario

Prosiguiendo con el análisis del proceso de producción de la Planta Managua, la siguiente tarea es el sobre empaque de doce unidades que hace la Máquina de Empaque Secundario (ver Diagrama de proceso de flujo, de la operación #37



hasta la #40 y demás acciones respectivas), absorbiendo los paquetes que producen las máquinas de empaque primario. Todas estas son operadas por los mismos trabajadores, rotando de máquina a máquina.

Para elaborar la Hoja de Registro #4, fue necesario el aporte de operadores, coordinadores y auxiliares de producción del área de empaque primario, para determinar las 9 funciones, 14 modos de fallos y sus efectos reales.

Para su construcción se tomaron elementos de la Hoja #3, por tener operaciones similares entre las áreas. Durante 4 días por 8 horas al día, fueron recolectadas las ocurrencias de cada falla. Luego se tabuló la información para la elaboración de la gráfica de Pareto #8 (Ver Tabla #5: Frecuencias y Costos de Empaque Secundario en Apéndice 1).

Hoja de Registro #4: Área de Empaque Secundario

HOJA DE VERIFICACIÓN O REGISTRO					
AMFE-PROCESO		DPTO: MANUFACTURA	HORA INICIO:	HORA FINAL:	FECHA:
Área	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Frecuencia
Empaque Secundario	Agrupar 12 paquetes en pines para empaque secundario	No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador	Empaque vacío o incompleto	Auxiliar no quiere ubicar a tiempo y/o no pueden tomar los paquetes	37
	Mantener Producto centrado en pines durante su transporte hacia formador	Descentra el Producto en el pin transportador	Sellado transversal sobre producto (empaque fallado)	Operador no puede y/o no sabe ajustarlas guías laterales	329
			Producto adherido a bolsa de empaque (empaque fallado)		
	Transporte del producto en pines	Pines sin producto	Paquete vacío	Auxiliar no ubica a tiempo paquetes	15
Lectura de la muesca en papel de empaque	No lee la muesca	Mal sellado transversal, impresión descentrada/Mal sellado longitudinal	Cinta café de empalme a lo ancho del papel de empaque	12	

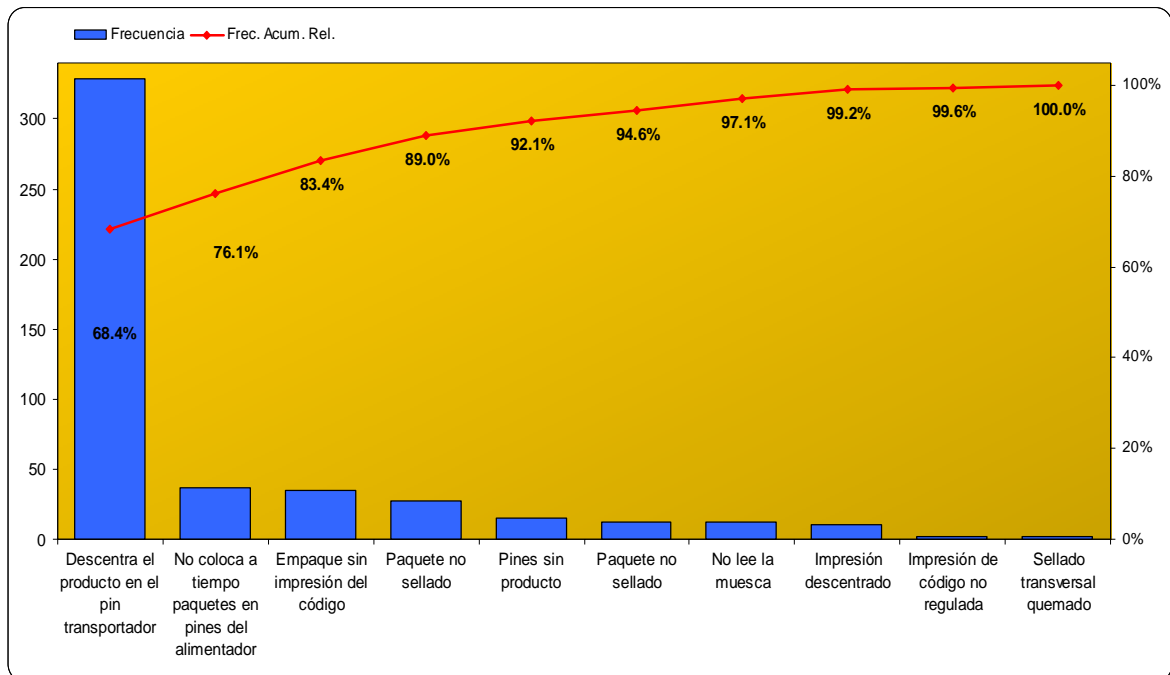


Empaque Secundario	Sellado transversal de paquete	Paquete no sellado	Paquete abierto	Temperatura desajusta de mordaza	12
		Sellado transversal quemado			2
	Centrado de impresión del papel	Impresión descentrada	Paquete dañado	Desajuste de fotocelda	10
	Sellado longitudinal de paquete	Paquete no sellado	Paquete abierto	Temperatura desajustada de discos	27
	Impresión del código en el empaque	Empaque sin impresión del código	Paquete fallado	Operador no regula según instructivo	35
		Impresión de código no regulada	Paquete perforado	Operador no ajustó componente de impresión	2
	Extracción de aire del empaque durante el sellado transversal	No hay fallo	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

De la hoja anterior se tabularon los datos para elaborar el esquema siguiente:

Gráfica #8: Pareto del área de Empaque Secundario.

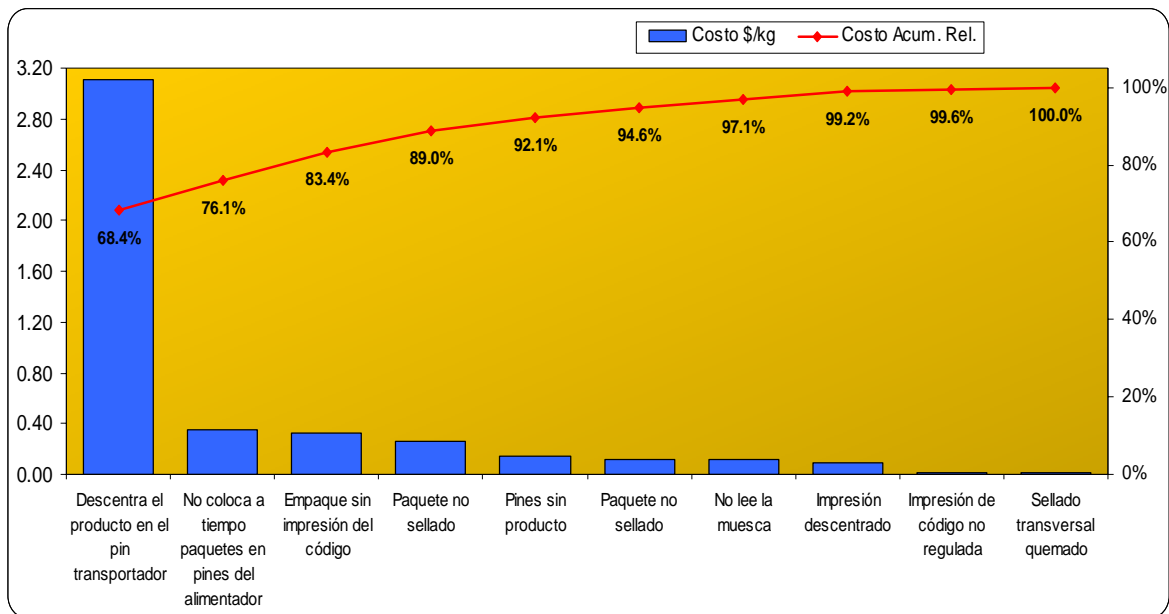


Fuente: Elaboración propia

Observando la gráfica, tres modos de fallos son los problemas vitales del área. El primer modo “Descentra el producto en el pin transportador” con una elevada frecuencia de 329, siendo el más representativo, seguido por “No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador” con 37 ocurrencias y el último modo de fallo vital “Empaque sin impresión de código” con un total de 35 unidades. Estos serán analizados en el análisis modal.

A los tres modos de fallos, se les realizó el cálculo de participación de costos, para conocer si merecen ser incluidos o descartados del estudio, representándose gráficamente.

Gráfica #9: Costo para el área de Empaque Secundario.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos proporcionados por la empresa, el peso del empaque secundario sin producto es de 0.0022 kg/bolsa y su costo es de 4.3 \$/kg, con los cuales se obtuvieron los niveles de prioridad en relación a costos (ver Tabla #5 en Apéndice 1), utilizando la ecuación Ec. 6.1:



Los costos de los modos de fallo son proporcionales a su número de frecuencias y por lo tanto se utilizará el mismo orden de prioridad para esta área. A continuación se expone el fragmento de la herramienta AMFE construida a partir de los fallos determinados previamente.

Tabla #18: Fragmento AMFE para el área de Empaque Secundario.

Área	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo
Empaque Secundario	Alimentación de producto en pines	Agrupar 12 paquetes en pines para empaque secundario	No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador	Empaque vacío o incompleto
	Guías laterales hacia formador de empaque secundario	Mantener producto centrado en pines durante su transporte hacia formador	Descentra el producto en el pin transportador	Sellado transversal sobre producto (empaque fallado)
				Producto adherido a bolsa de empaque (empaque fallado)
Codificación del empaque	Impresión del código en el empaque	Empaque sin impresión del código	Empaque fallado	

Fuente: Elaboración propia

Modo de fallo: “No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador”.

La primera operación del área es “Alimentación de producto en pines” (ver operación e inspección #3), de la cual se definió la función “Agrupar 12 paquetes en pines para el empaque secundario”, que consiste en una labor manual de las auxiliares de producción, de agrupar 4 columnas de tres paquetes en cada pin.

El modo de fallo de la función se da por el atraso de las auxiliares en tomar y ubicar el producto después que es tomado de la banda, proveniente del área de Empaque Primario, esta demora provoca el efecto “Empaque vacío o incompleto”, es decir que el sobre empaque tiene menos unidades o se selló sin paquetes.

Se construye la tabla que presenta la valoración de los indicadores, evaluando la causa directa:



Tabla #19: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo.

Área	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Secundario	Alimentación de producto en pines	Agrupar 12 paquetes en pines para empaque secundario	No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador	Empaque vacío o incompleto	No quiere ubicar el producto a tiempo	Control visual	6	4	5	120
					No puede tomar el producto		6	6	5	180

Fuente: Elaboración propia

Los controles actuales existentes solamente verifican el modo de fallo (control visual hecho por el operador) pero no la causa, porque no hay ningún método, procedimiento o Check List de apoyo.

Causa 1: “No quiere ubicar los paquetes”

Se asignaron 6 puntos al indicador de Gravedad (G=6), por el nivel de insatisfacción del cliente interno (operador) y la afectación de los indicadores de planta.

El valor de 4 puntos en el indicador de Ocurrencias (O=4), se debe a las frecuencias (ver gráfica #8) y por su aparición en otras líneas de producción.

El indicador de Detección obtuvo un puntaje de 5 (D=5), porque el modo de fallo es detectable a posteriori por el cliente interno (operario) y probablemente no llegue al consumidor final. **Por ende, se obtiene un índice de prioridad de riesgo de 120 puntos en total (> 99 puntos).** Ver Tabla #19.

Causa 2: “No pueden tomar los paquetes”

El indicador de Gravedad de la segunda causa es 6 puntos (G=6), por compartir el efecto con el anterior y por lo tanto la severidad es semejante.



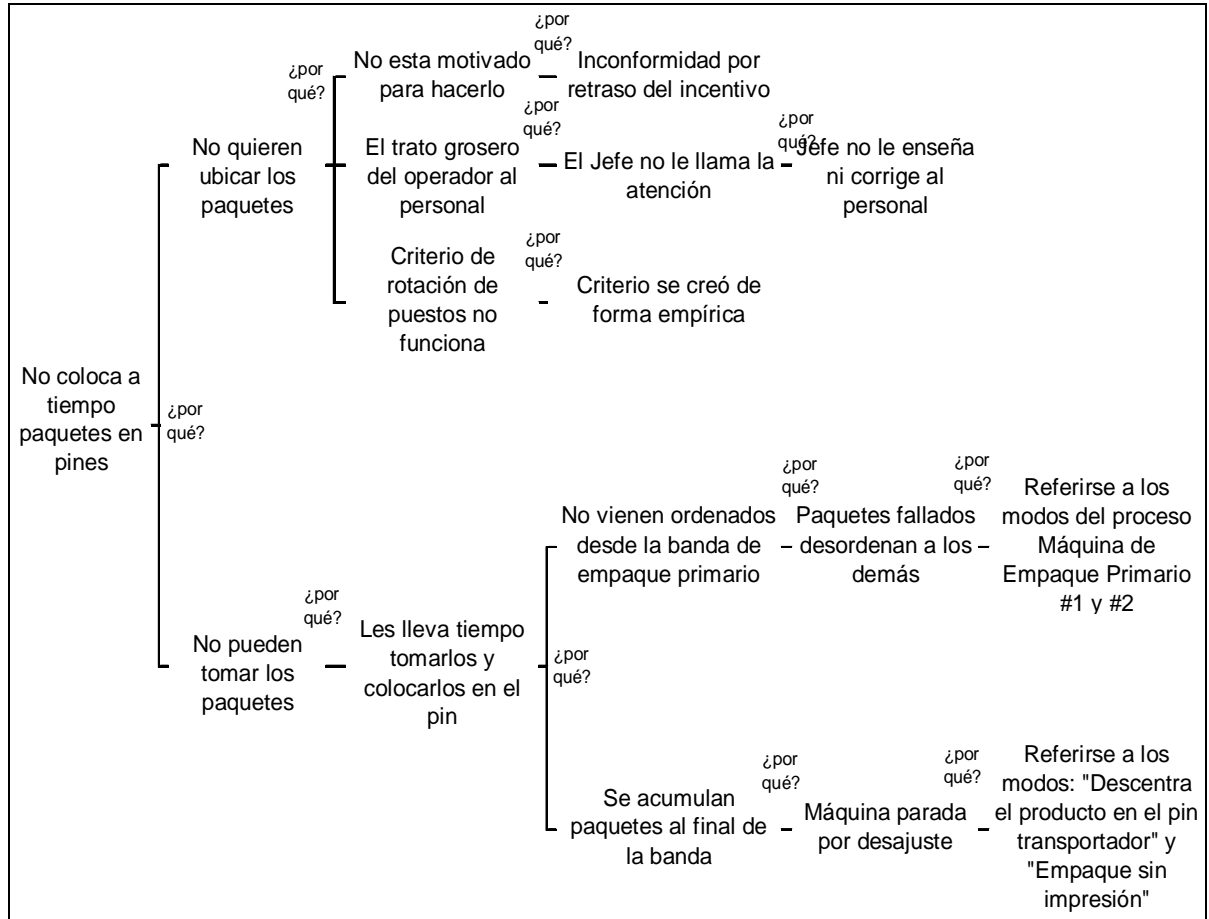
El valor del indicador de Ocurrencias es de 6 (O=6), pues es muy probable que este modo de fallo suceda respecto a esta causa, porque sus raíces provienen del área de Empaque Primario (ver árbol #15).

De igual forma, el valor del indicador de Detección es idéntico al de la causa anterior (D=5) por poseer el mismo control (únicamente para el fallo) y características. **De esta manera se obtiene un índice de prioridad de riesgo de 180 puntos (mayor a 99 puntos).** Véase Tabla #19.

El resultado de las causas del modo de fallo sobrepasaron los 99 puntos, por ende se indagaron sus causas raíces, para esto se muestra el seguimiento de las causas en el siguiente árbol:



Árbol de causas #13: Modo de fallo “No coloca a tiempo paquetes en pines”.



Fuente: Elaboración propia

Este árbol presenta 2 ramas congruentes con modos de fallo anteriores que ya han sido verificados a través de evidencias, a excepción del nivel 2 de la segunda rama que se justificará en los siguientes fallos de esta misma área.

Analizando la primera rama, esta presenta las mismas circunstancias de los subniveles del nivel 1 de la primera rama del árbol #7 de la Máquina Empaque Primario #2, por eso no se descarta del análisis modal.

En el nivel 1 de la segunda rama hace una referencia a las causas de las fallas de las Máquinas de Empaque Primario #1 y #2, las cuales recaen en las 3 M's

Mando, Motivación y Maquinaria (por la inexistencia de un mantenimiento preventivo).

Modo de fallo: “Descentra el producto en el pin transportador”.

Uno de los componentes de la Máquina de Empaque Secundario que presentó problema es “Guías laterales hacia el formador de empaque secundario” (ver Tabla #18), las cuales están ubicadas a los extremos del paso del producto y sujetadas por pernos a su base, éstas se prolongan desde la alimentación hasta el formador de empaque.

La función del componente es “Mantener el producto centrado en el pin durante su transporte hacia el formador de empaque”, que radica en conservar la columna de productos, de donde resulta el modo de fallo.

Esta falla se manifiesta en dos sucesos, en el primero el paquete superior de la columna al ser ubicado en dichas guías, se desliza hacia los lados del pin por encima de las guías durante su transporte. En el segundo caso el paquete inferior de la columna, se desliza hacia los lados del pin por debajo de las guías, atorándose entre la abertura existente entre éstas y su base.

El primer efecto de este modo de fallo es: “Sellado transversal sobre producto (empaque fallado)”, que consiste en que los extremos sellados del paquete descentrado rozan las paredes del formador, moviéndolo de su lugar, provocando que sea machacado por las mordazas.

El segundo efecto “Producto adherido a la bolsa de empaque”, es similar al anterior, pero con la diferencia que al momento del sellado transversal de las mordazas, el paquete que está encima de la columna queda pegado en una de sus esquinas al empaque secundario.



A continuación se presenta la tabla de valoración de los indicadores para el resultado del IPR:

Tabla #20: Fragmento AMFE con Resultado del IPR del modo de fallo.

Área	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Secundario	Guías laterales hacia formador de empaque secundario	Mantener producto centrado en pines durante su transporte hacia formador	Descentra el producto en el pin transportador	Sellado transversal sobre producto (empaque fallado)	No se hace regulación según instructivo	Control visual y táctil	10	9	7	630
				Producto adherido a bolsa de empaque (empaque fallado)						

Fuente: Elaboración propia

Los controles para este modo de fallo son visuales y táctiles realizados por el operario (se identifica el fallo pero no la causa), después del acomodo de los paquetes en lo pines por las auxiliares, cuando reacomoda y observa el trayecto del producto hasta ser sellado.

La causa provoca los dos efectos de este modo de fallo y se asigna el puntaje máximo en el indicador de Gravedad (G=10). De cualquier forma la severidad de éstos recae sobre los indicadores de planta, pues cada vez que estos ocurren producirá desperdicios de materiales, reproceso y tiempos perdidos por ajustes.

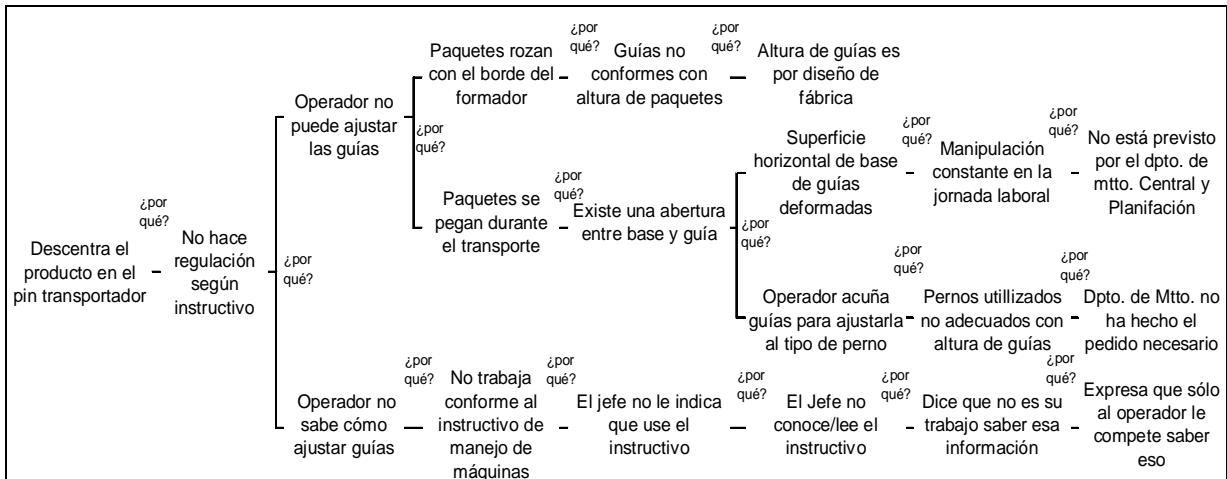
En la Gráfica #8 se puede observar que este modo de fallo posee la primera posición de prioridad con 329 frecuencias. El indicador de Ocurrencia evalúa la capacidad de los controles para prevenir la causa, pero estos sólo pueden identificar el fallo. Por eso se le calificará con 9 puntos (O=9).

Se valoran 7 puntos para el indicador de Detección (D=7), porque la posición donde el operador reacomoda los paquetes, no le permite observar con facilidad cuando el modo se manifiesta antes de llegar al próximo cliente interno (auxiliar

de empaque). **El producto total del índice de prioridad de riesgo 630 puntos (superior a 99 puntos).**

Superado el resultado de la causa de la falla, se investigaron sus causas raíces a través del siguiente árbol:

Árbol de causas #14: Modo de fallo “Descentra producto en el pin transportador”.



Fuente: Elaboración propia

En el nivel 1 de la primera rama, los operadores declaran que no pueden ajustar el componente, pues los paquetes rozan el formador, porque las guías laterales no están conformes a la altura de la columna de productos, por diseño de fábrica. Esto está comprobado mediante una entrevista hecha al Supervisor de mantenimiento industrial, afirmando el conocimiento del defecto de altura en las guías y posible modificación (Ver pregunta 4 de la Entrevista #7 en Apéndice 2), por ende no se rechaza como causa de la falla.

Para complementar lo expuesto en el párrafo anterior, se le pidió a un trabajador de mantenimiento con experiencia que ajustara hasta el mínimo el largo del papel de empaque primario (distancia entre muesca y muesca), para modificar la longitud del sellado transversal de los paquetes y saber si era el tipo de ajuste del operador lo que producía el roce con el formador. Al hacer la prueba se

identificó que el problema aún persistía, de tal manera se da por justificado la incidencia de este nivel.

En el primer subnivel del nivel 2 de la misma rama, los operadores dicen que los paquetes inferiores de las columnas se pegan durante el transporte en una abertura existente entre la base y las guías laterales, pues la superficie horizontal de la base esta deformada por la manipulación constante en la jornada laboral. Para corregir este defecto se requiere un paro planificado de la máquina, pues el proceso productivo depende de ésta y por eso no es posible modificarla, porque no existen planes de mantenimiento, lo cual ya fue demostrado anteriormente en la entrevista realizada a la Gerencia de Manufactura. Por las condiciones presentadas aquí, no se rechaza esta causa.

En el segundo subnivel, los trabajadores ubican pedazos de cartones debajo de las guías para elevarlas hasta la altura perno, debido que la coordinación de mantenimiento no había hecho la gestión necesaria de compra del perno requerido. Esta causal se descarta, pues mientras se entrevistaba de manera informal al responsable, él decidió resolver el problema posteriormente, como se puede constatar en la Entrevista #7 del Apéndice 2, donde el Supervisor explica que la mejora fue para reducir la abertura fue colocar pernos nuevos y con medidas adecuadas, de los cuales ya se tienen en inventario.

En la segunda rama se plantea que los operadores no saben ajustar la posición de las dos guías laterales respecto al largo del empaque primario (14.1 cm), esta causa raíz es idéntica a la tercera rama del Árbol #3 y es clasificada como problema de Mando y por eso no es descartada.

En resumen, las causas de esta falla son: la no conformidad del componente de la máquina con el producto, el problema de mando para planificar un mantenimiento preventivo y la verificación del uso del instructivo de los



operadores en planta. Solamente se descartó del árbol el argumento de las disconformidades de las dimensiones de los pernos y las guías laterales.

Modo de fallo: “Empaque sin impresión de código”.

En la Tabla #18 del fragmento AMFE, se encuentra la última operación del análisis modal “Codificación de empaque” (véase Diagrama de proceso de flujo en la operación e inspección #4 y demás acciones respectivas), ejecutada por un dispositivo mecánico conectado a la fotocelda, que detecta la muesca en el papel de empaque y tiene por función la “Impresión de código en el empaque”, que es el número de lote de producción y la fecha de caducidad del producto.

En la función resulta el modo de fallo “Empaque sin impresión de código”, esto es la ausencia de los datos antes mencionados y su efecto es “Empaque fallado”.

Se prosigue a la última calificación de los indicadores para evaluar la causa superficial de la falla, a través de la siguiente tabla:

Tabla #21: Fragmento AMFE de resultado del IPR del área de Empaque Secundario

Área	Componente / pieza / operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				
						Controles actuales	Indicadores			
							G	O	D	IPR
Empaque Secundario	Codificación del empaque	Impresión del código en el empaque	Empaque sin impresión del código	Empaque fallado	No se hace regulación según instructivo	Control visual	9	3	1	27

Fuente: Elaboración propia

En esta operación, el control visual es realizado por el auxiliar de producción únicamente para verificar el código del producto, que consta del número de lote y fecha de caducidad, antes de ser sellado en cajas de cartón corrugadas.

La Gravedad del efecto se nivela en 9 puntos ($G=9$), puesto que se incumple con la Norma de Calidad ISO, que expresa que debe identificarse el producto por medios adecuados, a través de toda su realización.¹⁰

El indicador de Ocurrencia tiene 3 puntos ($O=3$) en consideración del número de apariciones durante el período de recolección de información y es razonable que suceda en la vida del proceso.

El defecto es obvio a simple vista y cualquier paquete sin código será rechazado por el auxiliar de empaque, porque la velocidad de operación es lenta en comparación con las áreas previas. Por eso, el indicador de Detección es de 1 punto ($D=1$) y se obtiene un **índice de prioridad de riesgo de 27 puntos**.

A pesar del resultado del IPR de la causa directa del modo de fallo que se encuentra por abajo del criterio de prioridad (≤ 99 puntos), su indicador de Gravedad es tiene un nivel Muy alto ($G=9$), por lo cual deben investigarse sus causas raíces con el árbol #15:

Para ésta falla en análisis se elaboró el Árbol de causas #15, contiendo las siguientes coincidencias:

- a. El nivel 1 de la primera rama con el primer subnivel del nivel 1 de la primera rama del árbol #7.
- b. El nivel 2 de la rama anterior con el nivel 1 de la primera rama del árbol #9.
- c. Los subniveles del nivel 3 de la misma rama con los subniveles de la rama central del árbol #3.

¹⁰ Norma ISO 9001:2000, Sistema de Gestión de la Calidad: Requisitos. Véase apartado 7.5.3 Identificación y Trazabilidad, párrafo 1 en adelante (pág. 31).

- d. La tercera rama es similar con la tercera rama del árbol #3.

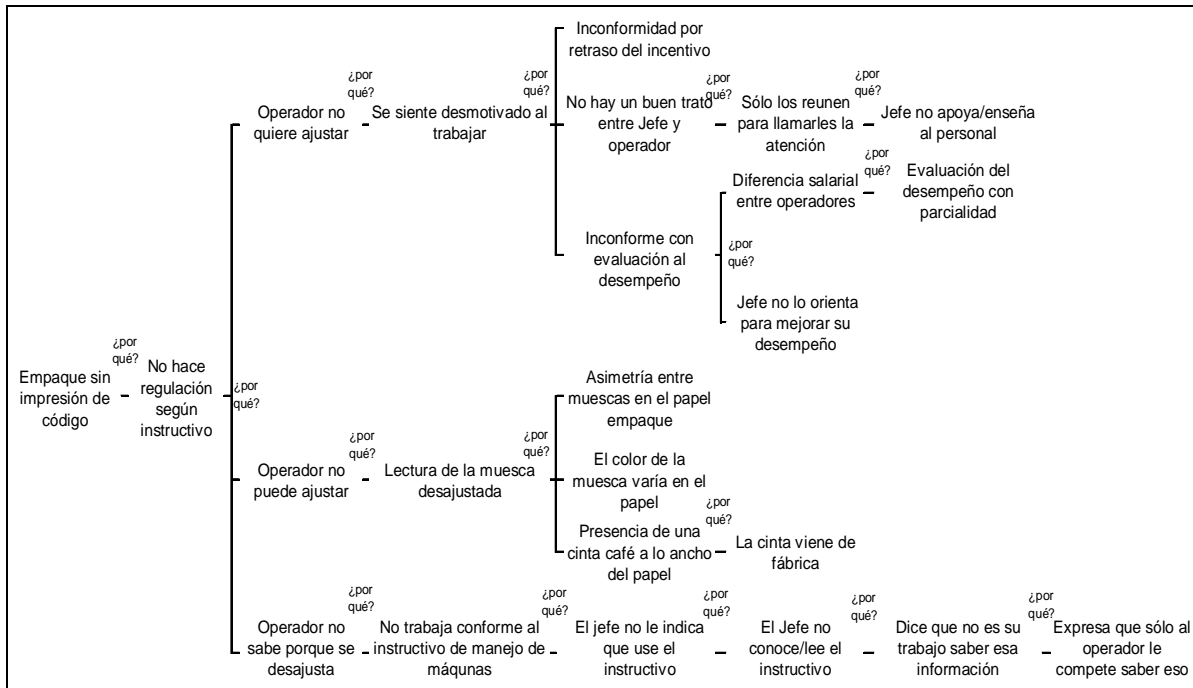
De acuerdo con las congruencias mencionadas, ninguna de estas partes del árbol se excluye del análisis.

En el nivel 1 de la rama central, el operador expresa que no puede ajustar la fotocelda, por la variación de la distancia (asimetría) entre muescas en el papel de empaque. Para corroborar esta anomalía se entrevistó a un Auditor de Calidad de la “Oficina de Aseguramiento de la Calidad”, ver Entrevista #8 en Apéndice 2, donde menciona este defecto como una de las disconformidades de calidad del material, entre otras.

También se verificó esta aseveración con el Supervisor de Mantenimiento Industrial, a través de una entrevista informal, en la cual aseguró que el defecto puede mitigarse ajustando la máquina a un mayor rango de tolerancia y que depende de las habilidades de cada operador para identificar y resolver el problema. Por tal razón, este nivel se excluye como causa del fallo.

En el nivel 2, los operadores expresan que el desajuste de la Fotocelda se da por la variación del tono o color de la muesca en el material. En la misma entrevista dirigida al Auditor, éste no mencionó que una de las irregularidades fuese la anteriormente señalada. Se consultó con el Supervisor de Mantenimiento Industrial, para saber si tenía conocimiento de esta situación y él explicó que la lectura del Sensor óptico, se puede ajustar a la tonalidad de la muesca para compensar su variabilidad. Por tanto esta causal es descartada del árbol por su escasa validez.

Árbol de causas #15: Modo de fallo “Empaque sin impresión de código”.



Fuente: Elaboración propia

En el tercer nivel, los operadores señalan que la manifestación del modo de fallo, se debe a la presencia de una cinta café a lo ancho del papel de empaque que viene de fábrica con el objetivo de empalmar las capas del material. Para confirmar el hecho anterior, se entrevistó a uno de los operador de máquinas de empaque con mayor experiencia laboral (ver Entrevista #8 del Apéndice 2), donde menciona que a menudo se presenta el elemento en el material descontrolando la máquina. Análogamente este nivel no es descartado como causante del fallo.

Se concluye entonces, que las causas principales son: personal no motivado, las disconformidades en el material de empaque respecto a sus especificaciones y problemas de Mando para hacer uso de instructivos de trabajo en planta.

Obtenidos todos lo resultados para esta área, **se puede observar que 2 de los primeros modos tienen un índice de prioridad de riesgo mayor de 99 puntos, esto los hace prioritarios para acciones de mejora y solamente el**



último tiene un puntaje menor a 99, sin embargo el indicador de Gravedad es muy alto, y por lo tanto, también se necesitará soluciones de mejora para reducir el alto nivel de severidad del efecto.

Del diagnóstico realizado en la línea de producción del producto “A”, se identificó que la mayoría de las causas raíces son originadas por la ineficacia administrativa de la Gerencia de Manufactura, creando disfuncionalidad, desmotivación e insatisfacción en todo el personal bajo su cargo y por supuesto, el detrimento del Yield y Packaging Waste como indicadores de planta.

CAPITULO III

7. Plan de acción para mejorar desempeño de la Planta Managua

En toda organización existen problemas con los niveles de calidad y eficiencia, y el 85% de éstos son causados por el sistema administrativo, el resto se le atribuye a otros factores, como lo calcula aproximadamente el Dr. Deming¹¹. Esta aseveración es similar a la información obtenida en los árboles de causas y al IPR de cada modo de fallo del AMFE de esta investigación, por tal razón todas las acciones de mejora planteadas en este apartado para las causas raíces, están dirigidas a la Gerencia de Manufactura, la Coordinación de Mantenimiento Central, Planificación y a los Supervisores de línea y mantenimiento industrial en planta.

Tabla #22: Clasificación de las causas en las 9 M's.

Causa raíz	Área	Mando	Motivación	Método	Máquina	Material
Creadores del limpiador no comunicaron con detalles y motivación de la mejora	Laminación	Aplica	Aplica	--	--	--
Jefe (Supervisor de línea) argumenta que no es su responsabilidad conocer el contenido de instructivos.	Horno/ Empaque primario y secundario	Aplica	--	--	--	--
Gerencia no explicó importancia de instructivos	Horno	Aplica	--	--	--	---
No está previsto plan de Mto. por el dpto. de planificación y de Mto. central	Empaque primario	Aplica	--	--	--	--
Evaluación parcial del MAP		Aplica	Aplica	--	--	--
Jefe no motiva o corrige, ni enseña al operador		Aplica	Aplica	--	--	--
Jefe no fomenta el trabajo en equipo		Aplica	Aplica	--	--	--
Responsable de mto. industrial no llevó control de pines para repuestos		Aplica	--	--	--	--
Inconformidad por retraso del incentivo		Aplica	Aplica	--	--	--
Criterio de rotación estándar de puestos para auxiliares se creó de forma empírica		Aplica	--	--	--	--
Responsable no ha creado criterio de curva de aprendizaje para auxiliares y operadores		--	--	Aplica	--	--
Jefe no lo orienta para mejorar su desempeño		--	Aplica	--	--	--
Altura de guías laterales es por diseño de fábrica		Empaque secundario	--	--	--	Aplica
Cinta café en material de empaque viene de fábrica	Empaque secundario	--	--	--	--	Aplica

Fuente: Elaboración propia

¹¹ Dale H. Besterfield, Control de Calidad, 4ta. Ed., Prentice Hall Hispanoamericana S.A., Cap. 13: pág. 459.



Esta tabla resume y clasifica, en una de las 9 M's, las causas raíces para los modos de fallo de todas las áreas del proceso de manufactura del producto "A". De esta manera el plan de acción se enfoca en cuatro estrategias de solución, para las emes: Mando y Motivación, Método, Máquina y por último Material.

Objetivo general del plan de acción:

- Eliminar las causas raíces de los modos de fallo, a fin de alcanzar las metas de los indicadores de la Planta Managua.

La Tabla #23 presentada más adelante, contiene las acciones de mejora para eliminar las causantes de cada modo de fallo, los responsables y fechas límites de ejecución. Las causas utilizadas en ésta tabla, por estructura de la herramienta, son las directas (superficiales), sin embargo el plan de acción se focaliza en las raíces para dar solución a las fallas encontradas en el proceso de producción.

Por lo tanto, en la tabla se presentan las acciones de mejora de manera puntual, y a continuación en los enfoques de cada estrategia, se orienta la forma de su ejecución, a fin de que los responsables tengan una referencia para desarrollarlas en planta y al personal correspondiente. También, se establecen las nuevas valoraciones de los indicadores (Gravedad, Ocurrencia y Detección) para las condiciones deseadas, después de la implementación de todas las estrategias de mejora planteadas en el plan de acción.



Tabla #23: Acciones de mejora para eliminar los modos de fallo

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS				AMFE- PROCESO:	X	AMFE- PRODUCTO:	-	ÁREA:				MANUFACTURA							
PRODUCTO:		" A "	PROCESO:	Elaboración del producto "A"				FECHA DE EDICIÓN:											
NÚMERO DE HOJA:		1 / 2		PROCEDER SOBRE IPR MAYOR QUE IPR > 99				FECHA DE REVISIÓN:				28/01/2009							
ÁREA	Componente / Pieza / Operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				Acciones de mejora	Responsable de la ejecución / fecha límite	Condiciones deseadas							
						Controles actuales		Indicadores				G	O	D	IPR	G	O	D	IPR
Laminación	Limpiador de copas del molde	Limpiar con aire a presión, residuos de MP incrustadas en las copas del molde	No limpia las copas del molde	Copas del molde sucias (producto deformado)	Manejo incorrecto del limpiador	No existen	6	9	9	486	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional	Gerencia de Manufactura, Supervisión de línea y Coordinación de Mejora continua / Jun-2010	3	5	3	45			
Horno	Apilado de producto en bandas	Apilar producto en bandas consecutivas para facilitar alimentación de empaque primario	Apilamiento de producto desordenado	Producto quebrado	Bandas desincronizadas	Control visual	8	7	3	168		Gerencia de Manufactura y Supervisión de línea / Jun-2010	3	5	3	45			
Empaque Primario Máquina de Empaque Primario #1	Guías internas de salida del abastecedor	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete	No se hace regulación según estándar	Control visual	8	9	7	504	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional	Gerencia de Manufactura, Mantenimiento Central, Planificación y Supervisor de línea / Jun-2010	4	3	4	48			
	Ajuste del ancho del canal del alimentador	Mantener alineado el producto dentro del canal del alimentador	Canal del alimentador no ajustado		No se hace regulación según estándar	Control visual	8	8	7	448		4	4	4	64				
	Pin transportador de producto	Transportar producto desde abastecedor hacia formador de empaque	Pin deforme o desigual		Cadenas con pines de otro tipo de cadena	Ninguno	8	6	6	288		4	4	5	80				
	Sellado longitudinal	Sellado long. de paquete	Paquete no sellado	Paquete abierto	Cadenas con pines de otro tipo de cadena	Control visual	6	6	5	180		4	5	4	80				
Máquina de empaque primario #2	Alimentación de producto a máquina	Colocar el producto en alimentador de máquina	No coloca producto a tiempo en alimentador	Paquete vacío o incompleto	No agarra a tiempo el producto	Ninguno	6	8	9	432	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional. Creación del criterio de aprendizaje estándar aceptable	Gerencia de Manufactura, Coordinación de RRHH, Supervisor de línea y Coordinación de Mejora Continua / Jun-2010	3	5	4	60			
					Se le retira por cometer errores al ser aprendiz		6	7	9	378			3	5	4	60			
			Coloca producto fuera del alimentador	No tiene práctica en el puesto	10		7	9	630	3			4	3	36				
			Mal sellado transversal del paquete	No agarra a tiempo el producto	6		8	9	432	3			5	3	45				



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS				AMFE- PROCESO:	X	AMFE- PRODUCTO:	-	ÁREA:				MANUFACTURA				
PRODUCTO:		" A "	PROCESO:	Elaboración del producto "A"				FECHA DE EDICIÓN:								
NÚMERO DE HOJA:		2 / 2	PROCEDER SOBRE IPR MAYOR QUE:	IPR > 99				FECHA DE REVISIÓN:				28/01/2009				
ÁREA	Componente / Pieza / Operación	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Condiciones actuales				Acciones de mejora	Responsable de la ejecución / fecha límite	Condiciones deseadas				
						Controles actuales	Indicadores					Indicadores				
							G	O	D			IPR	G	O	D	IPR
Empaque Primario Máquina de empaque primario #2	Guías de salida del abastecedor	Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	Mal sellado transversal del paquete	No hace regulación según estándar / instructivo	Control visual	8	9	7	504	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional, Creación del criterio de aprendizaje estándar aceptable	Gerencia de Manufactura, Mito. Central, Planificación, Supervisor de línea y Coordinación de Mejora Continua / Jun-2010	3	4	5	60
	Laminas flexibles superiores	Acomodar el producto en pines transportadores	No acomoda el producto en pines			Control visual	8	6	8	384	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional	Gerencia de Manufactura, Coordinación de RRHH, Supervisor de línea y de Mantenimiento Industrial / Jun-2010	3	3	7	63
	Guías laterales hacia formador de	Centrar el producto en el pin durante su transporte	No centra el producto en el pin transportador			Control visual	8	5	6	240		3	3	7	63	
	Manija reguladora de tensión de la cadena de pines	Mantener tensión constante de la cadena de pines	Tensión irregular en la cadena			Control visual	8	5	4	160	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional, Creación del criterio de aprendizaje estándar aceptable	Gerencia de Manufactura, Coordinación de RRHH, Mito. Central, Planificación, Supervisor de línea y Coordinación de Mejora Continua / Jun-2010	3	3	4	36
Empaque secundario	Alimentación de producto en pines	Agrupar 12 paquetes en pines para empaque secundario	No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador	Empaque vacío o incompleto	No quiere ubicar los paquetes	Control visual	6	4	5	120	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional	Gerencia de Manufactura, Coordinación de RRHH, Mito. Central, Planificación, Supervisor de línea y de Mantenimiento Industrial Coordinación de Mejora Continua / Jun-2010	3	2	2	12
					No pueden tomar los paquetes	Control visual	6	6	5	180		3	2	2	12	
	Guías laterales hacia formador de empaque secundario	Mantener producto centrado en pines durante su transporte hacia formador	Descentra el producto en el pin transportador	Sellado transversal sobre producto (empaque fallado)	No se hace regulación según instructivo	Control visual y táctil	10	9	7	630	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional y Modificación de altura de las guías laterales hacia formador de empaque secundario	Gerencia de Manufactura, Mantenimiento Central, Planificación, Supervisor de línea y de Mantenimiento Industrial / Jun-2010	3	3	5	45
				Producto adherido a bolsa de empaque (empaque fallado)		Control visual	9	3	1	27	Capacitaciones, talleres y conferencias al personal de las Seis Condiciones de la Gerencia Organizacional y Etapas de solución para disminuir el desperdicio de papel de empaque secundario	Gerencia de Manufactura, Coordinación de RRHH, Supervisor de línea y la oficina de Aseguramiento de la Calidad / Jun-2010	3	2	1	6
Codificación del empaque	Impresión del código en el empaque	Empaque sin impresión del código	Empaque fallado	Control visual	9	3	1	27								

Fuente: Elaboración Propia

7.1 Estrategia #1: Para las emes de Mando y Motivación

7.1.1 Objetivos específicos:

- 7.1.1.1 Desarrollar en la Gerencia de Manufactura y en los supervisores de línea las siguientes competencias de la eficacia organizacional: integridad, confianza, comunicación, liderazgo, motivacional y sinergia.
- 7.1.1.2 Determinar los pasos para desplegar las competencias de la eficacia organizacional.
- 7.1.1.3 Coadyuvar al uso y ubicación del limpiador de copas del molde tangente a la rotación del molde cuando se inicia el proceso de laminación.
- 7.1.1.4 Contribuir al cumplimiento de las responsabilidades del Supervisor de Línea y Supervisor de Mantenimiento Industrial, respecto a sus descripciones del cargo.
- 7.1.1.5 Asistir a la Gerencia de Manufactura para la creación del plan de mantenimiento de la maquinaria de la planta.
- 7.1.1.6 Ayudar a la Coordinación de Mejora Continua en la creación del criterio de rotación de puestos, identificada como prioridad operativa de planta.

7.1.2 Estrategia a seguir:

El cumplimiento de los indicadores de la Planta Managua se ve afectado negativamente por las diferentes causas raíces antes mencionadas en el análisis modal. Éstas se le atribuyen a la administración (en el caso de las clasificadas como Mando y Motivación, principalmente), por presentar complicaciones en la interacción interdepartamental y con sus empleados en el manejo de la información, por la escasez de control de cumplimientos de sus responsabilidades, como es el caso de los operadores y supervisores de líneas.

Por la parte del problema motivacional del recurso humano de planta, esto ocurre por la carente confianza, comunicación y retroalimentación existente con el supervisor, y viceversa. Un ejemplo muy claro de esto, es el caso de las evaluaciones del MAP (ver Tabla #22), que en vez de incentivar a los operadores a incrementar su desempeño laboral, provoca discrepancias entre ellos. También puede mencionarse la ineficaz organización para el trabajo en equipo entre los operarios con las auxiliares de producción.

Para solucionar la problemática es necesario que la gerencia sea eficaz fortaleciendo el compromiso, comunicación y la confianza interpersonal e interdepartamental, entre sí misma y los involucrados, a través de capacitaciones, talleres y conferencias de “Las Seis Condiciones de la Eficacia Organizacional”¹² que se realicen al personal, éstas son:

1. El Carácter personal de los implicados, basado en la integridad, la madurez y en la mentalidad de abundancia.
2. Técnicas, que implica la comunicación (actitudes, comportamiento y relación), planificación y organización (establecimiento de prioridades) y Resolución de problemas sinérgicamente.
3. Convenios: Es esencialmente un contrato psicológico entre el gerente y quienes le rinden cuenta, en donde ambas partes tienen beneficios respecto a sus metas (organizacionales e individuales).
4. Autosupervisión o autoadministración: Una vez establecido el convenio la gente puede supervisarse y controlarse a sí mismos, respecto a sus responsabilidades.
5. Estructura y sistemas útiles: Facilitan el cumplimiento de los convenios a través de la información, compensación, capacitación y desarrollo, reclutamiento y selección del personal, especificaciones del trabajo y por último comunicación (para elaborar convenios).

¹² Stephen R. Covey. El Liderazgo Centrado en Principios. 01 Ed., Editorial Paidós, 1993. Segunda parte: Desarrollo Gerencial y Organizacional.



6. Rendición de cuentas: Retroalimentación para promover el incremento del desempeño laboral de los involucrados y alcance de las metas establecidas.

Por lo tanto, si se consolida la confianza mutua, cimentada por la confiabilidad entre ellos (cuando está basada en el carácter, lo que uno es como persona, y en la competencia, lo que uno puede hacer), se disfrutará de una comunicación clara, con empatía, mejorará la calidad del trabajo en equipo y se establecerán convenios interpersonales e interdepartamentales que permitan alcanzar metas individuales y compartidas, así también obtener un estatus deseado del proceso productivo (ver en Tabla #23 las valoraciones de las condiciones deseadas).

Un sistema eficaz de comunicación eliminará de la planta los problemas de motivación del personal operativo y de dirección, pues se pondrá más atención a los empleados que a los insumos utilizados en el proceso de producción.

Para desplegar el compromiso del personal operativo y de supervisión, es necesario fomentar la participación en el mejoramiento de todos los indicadores de planta, principalmente los que se consideran en este estudio (el Yield y Packaging Waste), para generar más innovación e iniciativa de parte de estos. Su involucramiento producirá una sinergia positiva, la cual potencializa el talento humano en beneficio de los intereses de la empresa, como son el alcance de las targets de sus indicadores. *“La clave para el compromiso es que el individuo se sienta involucrado”*¹³ y con ayuda de la paciencia necesaria de parte de la gerencia, para alcanzar este enfoque, se desarrollará intrínsecamente el compromiso en cada uno de ellos.

A continuación se definen, en el enfoque de la estrategia, las 6 condiciones antes mencionadas, a fin de que la Gerencia pueda orientarse, con términos de

¹³ Stephen R. Covey. Los Siete Hábitos de la Gente Altamente Efectiva. Fragmento.

referencia, en los aspectos vitales a desplegar en las capacitaciones, talleres y conferencias que se impartirán a los involucrados.

7.1.3 Enfoque de la estrategia:

Condición 1: El carácter personal de los implicados.

Para esto, la gerencia desarrollará su Integridad y la del personal bajo su dirección, frente a las prioridades del cargo establecidas en las descripciones de puestos y al cumplimiento de toda asignación que deban ejecutar individual o grupalmente, o sea que se responsabilicen por sus propias acciones sin culpar a otros, como sucede con los pines faltantes en las máquinas de empaque primario, por ejemplo. Y se debe complementar fomentando hábitos como: la disciplina para consumir compromisos y la concentración para la independencia de estados de ánimo no idóneos para el ambiente laboral.

La gerencia debe practicar la madurez, la cual en este caso, es el balance de la valentía y la consideración. La primera es la capacidad para alcanzar las metas, basada en su experiencia y competencias adquiridas académicamente, y la otra tiene que ver con el bienestar a largo plazo del personal de planta, esto es gestionar beneficios laborales eficientes (sin retrasos y complicaciones) para sus subalternos, por ejemplo: el incentivo trimestral, incremento salarial por la evaluación imparcial del MAP y capacitaciones.

También es menester que, tanto la administración como la supervisión y personal operativo de planta, tengan un paradigma de abundancia mostrado en el reconocimiento mutuo de aportes, logros, capacidades y habilidades con sus colaboradores, fortaleciendo el trabajo en equipo, la confianza y la comunicación interpersonal.

Condición 2: Técnicas básicas para crear las siguientes 4 condiciones.

Existen 3 técnicas básicas:



1. Comunicación: Esta implica ciertas actitudes y comportamientos que la fortalecen, y considera las relaciones interpersonales para lograr una comunicación sin conflictos, pues es muy fácil ser mal interpretado. Y se recomienda aplicar 6 pasos para comunicar y escuchar con eficacia:
 - 1.1. *Suponer siempre lo mejor en los demás*: Suponiendo que el personal de supervisión y de planta quiere y piensa dar lo mejor de sí mismos, según sus percepciones, entonces puede ejercerse una poderosa influencia para aprovechar lo mejor de ellos.
 - 1.2. *Primero comprender y después ser comprendido*: Las personas no aceptarán ser influenciadas hasta que sientan que son comprendidas.
 - 1.3. *Recompensar las actitudes sinceras y honestas*: Ni criticar, ni juzgar actitudes verdaderas y francas, genera una comunicación edificante y honesta.
 - 1.4. *Responder de forma comprensiva*: Esta actitud ayuda a construir una confianza eficiente en la relación gerencia-supervisor-personal de planta y viceversas.
 - 1.5. *Tomar la iniciativa, si es ofendido*: Cuando esto suceda debe aclararse la situación, con buen ánimo y sinceridad, para conservar el respeto mutuo y evitar que ambas partes estén a la defensiva.
 - 1.6. *Admitir los errores, disculparse y pedir perdón*: Al hacer esto, sin excusas y explicaciones, cuando la relación laboral esta lesionada, facilita llegar a un consenso y darle solución al problema.
2. Planificación y organización: La Gerencia de Manufactura debe establecer prioridades para cada cargo (por ejemplo: el conocer y saber las instrucciones de trabajo, para el caso de los supervisores), y organizar y

ejecutar en función de estas en conjunto con sus colaboradores, para crear el compromiso de cumplir disciplinadamente las responsabilidades asignadas.

3. Resolución de problemas sinérgicamente: Debe aplicarse el enfoque clásico de esta técnica que se basa en 4 preguntas, para resolver los problemas, ya sean interpersonales o interdepartamentales: 1) ¿Dónde estamos?, 2) ¿A dónde queremos ir?, 3) ¿Cómo llegar hasta ahí? y 4) ¿Cómo saber que hemos llegado?

Condición 3: Convenios interdepartamentales e interpersonales

Es el compromiso mutuo y participativo entre los involucrados, para alcanzar metas y objetivos conjuntos e individuales, en donde deben considerarse cinco áreas:

- Primera: Establecer claramente la cantidad y calidad de los resultados deseados, fechas de finalización, recursos y metas necesarias de los convenios (para el caso interdepartamental será entre Manufactura, la Coordinación de Mantenimiento Central y Planificación, también entre RRHH Regional de la empresa), para resolver la inexistencia de un plan de mantenimiento y el retraso de entrega del incentivo trimestral, respectivamente. Por la parte interpersonal, también considerar los aspectos antes mencionados, para solucionar discrepancias originadas por las evaluaciones del MAP y su retroalimentación e incumplimientos de las responsabilidades determinadas en las descripciones de puestos, ya sean del supervisor de línea o de mantenimiento. industrial y operador.
- Segunda: Asentar las guías necesarias considerando políticas internas, procedimientos (de aplicación flexible para motivar la proactividad de las partes) y principios como: confianza, integridad y compromiso; para

alcanzar los objetivos propuestos en los convenios, tanto interdepartamental como interpersonal.

- Tercera: Concretar los recursos disponibles, ya sean estos financieros, humanos, técnicos y departamentales o personales, que se dispongan en los acuerdos para eliminar las causas raíces de los modos de fallo.
- Cuarta: Definir conjuntamente la entrega de cuentas especificando cuándo y cómo se evaluarán los acuerdos contraídos, entre departamentos o gerente-subalternos, y los informes de los progresos alcanzados.

El responsabilizar a las partes interesadas crea compromiso, evitando que estas se excusen de su mala gestión, en el caso de la elaboración del plan de mantenimiento y la creación empírica del criterio de rotación, por mencionar algunas. Es posible que la dirección de manufactura evalúe los resultados de tres maneras: midiendo, observando y discerniendo los resultados obtenidos.

- Quinta: Determinar las consecuencias cuando se alcancen o no los resultados definidos previamente, las positivas pueden ser: recompensas financieras o psíquicas como reconocimientos, ascensos y capacitaciones. En el caso contrario serían: amonestaciones, readiestramiento o despidos.

Condición 4: Autosupervisión de cada uno de los involucrados.

Los convenios creados con participación conjunta de los involucrados en las causas raíces, deben reconocer que ellos tienen capacidad para autocontrolarse, a fin de alcanzar los resultados deseados, dentro del marco de las guías definidas. De esta manera se fomenta la motivación personal de cada trabajador implicado en los acuerdos y la gerencia puede servir como fuente de



retroalimentación y ayuda, liberándose de la sobrecarga de trabajo para dedicarse a tareas de mayor prioridad.

Por lo tanto, si las partes interesadas cooperan en la eliminación de las raíces de los modos de fallo y reducción de sus índices de prioridad de riesgo (como se observa en la Tabla #23), entonces rendirán cuentas periódicamente sobre sus responsabilidades de manera voluntaria, pues se estarán evaluando a sí mismos según los criterios taxativos.

Condición 5: Estructuras y sistemas de la empresa útiles que facilitan el cumplimiento de convenios.

Estas deben respaldar y complementar los acuerdos que se establezcan para la eliminación de las causas raíces de las fallas en el proceso productivo, y la compañía debe utilizar básicamente 6 para esto:

1. Información: Se necesita saber los puntos fuertes y débiles de los participantes de los convenios establecidos, esto permite conocer de manera objetiva lo que afecta su comportamiento. Por eso la gerencia debe estudiar las percepciones, motivaciones, valores, hábitos, habilidades y talentos de los supervisores de línea, personal de planta en general y demás personas involucradas. También ha de conocerse de ellos los planes y posibles reacciones a causa de la situación económica, social y política del país, para facilitar el pronóstico de sus pensamientos y acciones en un futuro inmediato.
2. Compensación: Un sistema eficaz de incentivo, tanto económico como psíquico (reconocimientos, ascensos, etc.), produce la sinergia positiva y el trabajo en equipo del personal. Por lo tanto, el retraso de su entrega, la escasa capacidad para liderar del supervisor de línea y la ineficaz



comunicación interpersonal e interdepartamental no respalda al alcance de las metas de los indicadores de planta.

3. Capacitación y desarrollo: Constantemente se debe enriquecer las aptitudes, capacidades y competencias necesarias de los trabajadores para aprovecharlas y potencializarlas en beneficio de las metas de la planta, fomentando en ellos el compromiso, la motivación y el mejoramiento de su desempeño laboral.
4. Reclutamiento y selección del personal: Cuando la administración de manufactura tenga que seleccionar un candidato para el cargo de supervisor de línea, operador o cualquier otro bajo su responsabilidad, este debe cumplir con las especificaciones establecidas en la descripción del puesto por el cual compite y sus intereses deben identificarse con los del trabajo a realizar. De lo contrario, siempre existirán empleados ineficaces, pues no disfrutan lo que hacen cuando no son aptos para la plaza asignada.
5. Especificaciones del trabajo: Es menester que la gerencia instruya con claridad al personal contratado y por contratar, para que sepan en qué consiste su labor (ya sea de supervisión, operación o como auxiliar de producción), en cómo las tareas se relacionan con la misión de la compañía y cuáles pueden ser sus aportaciones personales. Además necesitan saber, los recursos y sistemas de apoyo (por ejemplo: instrucciones de trabajo, registros físicos y virtuales, e instrumentos de medición, entre otros) y el nivel de autonomía para determinar los métodos para alcanzar los resultados deseados.
6. Comunicación: Deben fortalecerse los sistemas de sugerencias (Ideas Brillantes) que proponen los empleados para generar ahorro, elaborar minutas con acciones de mejora en reuniones con el personal y acordar

su rendición de cuentas y realizar entrevistas de persona a persona para consolidar convenios interpersonales e interdepartamentales.

Condición 6: Rendición de cuentas de los convenios creados.

Esta última produce en los implicados la capacidad de responder a los convenios formulados. Por eso, es importante que la Gerencia de Manufactura defina y dé a conocer criterios objetivos de evaluación y no subjetivos, para robustecer la confianza entre las partes a través de la honestidad. También debe aprovecharse esta condición para la mejora continua de los acuerdos, sin emitir juicios, sino con una actitud de capacitador y guía, al permitir que los empleados evalúen su propia gestión, pues su valoración es más precisa y sincera que la del propio gerente.

7.1.4 Indicadores para la estrategia #1:

- a. Cumplimiento de prioridades del puesto y tareas asignadas, por parte de la gerencia, personal de supervisión y de planta.
- b. Sistema de comunicación interpersonal e interdepartamental eficaz y sinérgico.
- c. Convenios interpersonales e interdepartamentales eficaces.
- d. Alcance de metas y objetivos deseados en tiempo y forma.
- e. Sistema de motivación, compensación y capacitación efectivo.
- f. Mejoramiento del rendimiento de la línea de producción.
- g. Reducción en el desperdicio del material de empaque.

7.2 Estrategia #2: Para la eme de Método

7.2.1 Objetivos específicos:

- 6.2.1.1 Establecer criterio de aprendizaje estándar aceptable de las auxiliares de producción y operadores de máquina de empaque primario en entrenamiento.

7.2.2 Estrategia a seguir:

La inexistencia de este criterio origina que, para el manejo y la alimentación de la maquinaria de empaque primario, no pueda determinarse el nivel de aprendizaje necesario para saber realizar estas tareas, que tanto los operadores y las auxiliares no puedan rendir eficientemente en sus puestos de trabajo (porque son retirados del puesto al cometer errores) y que hayan discrepancias entre éstas últimas, cuando las aprendices pasan más tiempo en las actividades más sencillas y de menor fatiga que las de mayor experiencia.

Otras repercusiones, no menos graves de esta situación, son los efectos negativos y directos sobre la utilización del material de embalaje, pues cualquiera que sean éstos, siempre se incurrirá en el desperdicio de este insumo, y por ende en la decadencia de los indicadores de planta, como el Yield, Packaging Waste, Eficiencia Global de la Maquinaria (OEE, Overall Efficiency Equipment) y Eficiencia General (GE, General Efficiency).

La especificación de un nivel crítico de aprendizaje en estos puestos de trabajo puede ser calculado, a través de la determinación de la “Curva de aprendizaje” con la técnica de análisis numérico conocida como Métodos de los Mínimos Cuadrados (MMC), pues éste ajusta la curva con mayor precisión al proceso de aprendizaje, por lo tanto es conveniente aplicarla, ya que permite:

- Calcular cuantitativamente el nivel estándar de aprendizaje del puesto de trabajo y conocer la rapidez con que el personal en entrenamiento adquiere pericia.
- Predecir la productividad o el tiempo/horas-hombres de realización de las tareas del proceso, así como también los costos, lapsos de entrega y volúmenes de producción.

- Detallar cuándo el proceso de aprendizaje está terminado, fundamentalmente para identificar la competencia del empleado nuevo, pero se sabe que éste nunca termina completamente.

Una vez determinado el criterio estándar de aprendizaje para los empleados en las diferentes tareas del proceso, éstos obtendrán las habilidades básicas necesarias para el puesto de trabajo, al cumplir con el tiempo especificado por la curva, lo cual permite eliminar una de las causas raíces como es la inexistencia del Método. Seguidamente se presente una guía para la elaboración del método, a fin de que la gerencia pueda elegir el parámetro crítico de aprendizaje de su conveniencia.

7.2.3 Enfoque de la estrategia:

Normalmente, la curva que más se aplica para describir los procesos de aprendizaje es la potencial, cuya ecuación es:

$$Y = aX^b \quad (\text{Ec. 7.1})$$

Donde “a” y “b”, son constantes.

Sin embargo la Gerencia de Manufactura, si lo desea puede utilizar otros tipos de curva, por ejemplo: la curva exponencial o logarítmica, para verificar la que mejor se ajuste al proceso de aprendizaje.

Para el análisis del cálculo del criterio, siempre se considerará que la variable independiente “X” refleja el volumen de trabajo, esto es la cantidad de ristas de producto que abastece la auxiliar en la máquina de empaque primario y la variable dependiente “Y” será la duración en unidades de tiempo de esta tarea (que consiste en tomar de la banda una ristra de producto hasta ubicarlo en el abastecedor), por lo tanto “b” siempre será negativa y la curva será decreciente, (ver Figura #4).

Para los operadores, “X” será la cantidad de unidades de tiempo trabajadas (horas, días, turnos, etc.) y “Y” será el número de paquetes primarios producidos, por tal razón esta última medirá la productividad, y “b” siempre estará entre $0 < b < 1$ (véase Figura #5)

Figura #4: Curva decreciente cuando “Y” mide tiempo

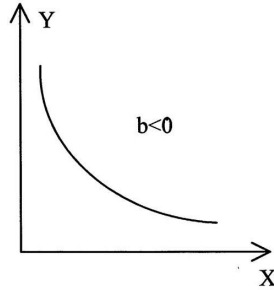
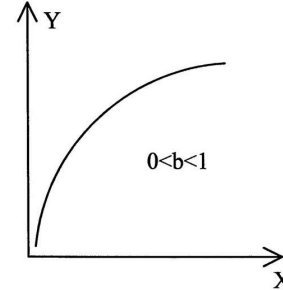


Figura #5: Curva creciente cuando “Y” mide productividad



Para calcular la curva se considerará a “ t_n ” como el tiempo que tarda la auxiliar en agarrar y colocar la ristra de producto en el abastecedor y a “ V_n ” como la cantidad de paquetes primarios producidos por un operador, en función del número de ristras abastecidas o unidades de tiempo trabajadas (n), respectivamente. Por lo tanto, se entenderá que después de “ n ” ristras u horas trabajadas, ha logrado un tiempo medio acumulado “ M_n ” o un volumen medio acumulado “ \bar{V}_n ”.

Donde: $M_1 = t_1$, $M_2 = (t_1+t_2)/2$, $M_3 = (t_1+t_2+t_3)/3, \dots$, $M_n = (t_1+t_2+t_3+\dots+t_n)/n$ y

$$\bar{V}_1 = V_1, \bar{V}_2 = (V_1+V_2)/2, \bar{V}_3 = (V_1+V_2+V_3)/3, \dots, \bar{V}_n = (V_1+V_2+V_3+\dots+V_n)/n$$

La curva potencial se tiene que ajustar a los promedios acumulados “ M_n ” o “ \bar{V}_n ”, en vez de hacerlo con los “ t_n ” o “ V_n ”, por dos razones:

1. La curva correspondiente a “ M_n ” o “ \bar{V}_n ” es más suave, pues el simple hecho de calcular los promedios, suavizan lo posibles irregularidades en las observaciones de los “ t_n ” o “ V_n ”.
2. Porque los pronósticos obtenidos mediante curvas ajustadas a los valores de estos datos, son generalmente mayores a los que se obtendrían mediante curvas con valores de “ t_n ” y “ V_n ”.

Por último, se entenderá para la auxiliar a “ T_n ” como el tiempo total transcurrido, realizado por ésta, desde la 1^{ra} hasta la “n-ésima” ristra. O sea, el tiempo que duró desde la primera hasta la última unidad abastecida.

Cálculo de la Curva de aprendizaje:

Para determinar un criterio estándar de aprendizaje, se deberá establecer primeramente el número de veces o ciclos a cronometrar. Para esto se seguirán los siguientes pasos:

1. Se le sugiere a la gerencia cronometrar n veces a dos auxiliares u operadores -llámense estos “Elementos”-, los cuales, según ésta, sean considerados los de mayor nivel de pericia. El tamaño de n dependerá de la naturaleza de la tarea, por ejemplo, $n=10$ ristras para las auxiliares o $n=1$ hora para los operadores.

Estos datos servirán como información base para precisar el tamaño óptimo de la muestra, con el menor porcentaje de errores posibles.

2. Calcular el tamaño óptimo de la muestra “ N'_k ”, (donde: “ k ” es el número de iteraciones hasta alcanzar un tamaño óptimo), considerando generalmente un error no mayor al 3% de la media de los datos, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=5\%$). Se utilizará la siguiente ecuación:

$$N'_k = \left[\frac{t_{n-1, \alpha/2} * S_x}{E * \bar{X}} \right]^2 \quad (\text{Ec. 7.2})$$

Donde:

n : Observaciones iniciales (del paso 1).

$t_{n-1, \alpha/2}$: Es el valor de distribución “ t ” de student que, para “ $n-1$ ” grados de libertad, deja una cola de área de “ $\alpha/2$ ”.

S_x : Desviación estándar de los datos observados.

E : Porcentaje aceptable de error.

\bar{X} : Es el promedio de los datos.

Inicialmente debe determinarse \bar{X} , S_x y el Coeficiente de Variación ($CV = S_x / \bar{X}$) de los Elementos 1 y 2.

En Microsoft Office Excel, en cualquier versión, es fácil y rápido calcular estas variables con funciones estadísticas y puede escribirse para:

\bar{X} : “=PROMEDIO(núm1,núm2,...)”, en inglés es, “=AVERAGE(num1,num2...)”.

S_x : “=DESVEST(núm1, núm2,..)”, “=STDEV(num1,num2,...)”

El valor de la distribución de la “t” de student que debe buscarse en cualquier tabla de distribución “t” es el siguiente:

$t_{n-1,\alpha/2}$, o usar “DISTR.T.INV(probabilidad, grados_de_libertad)”,

“TINV(probability,degrees_freedom)”, siendo la probabilidad el valor de α .

Después de obtener estos datos, se calcula “N’₁” con los valores de la \bar{X} y de S_x del Elemento que tenga el mayor “CV”.

Para elevar al cuadrado toda la expresión puede utilizarse “=POTENCIA(número,potencia)”, “POWER(number,power)”.

3. Cronometrar “N’₁” veces restantes a los Elementos, pues deben considerarse las n observaciones iniciales.
4. Después, análogamente debe calcularse “N’₂” con el tamaño de muestra “N’₁”, con el valor de tabla de $t_{N-1,\alpha/2}$ y tomar la siguiente decisión:
 - a. Si “N’₁” > “N’₂”, entonces terminar el proceso y continuar al paso 5, pues ya se tiene seguridad de que hay una probabilidad de por lo menos 95% y que el promedio calculado no está alejada de la real (correcta) más que 3% de la misma.
 - b. Si “N’₂” > “N’₁”, entonces repetir el paso 3 para los datos “N’₂”, considerando las “N’₁” observaciones. Y así sucesivamente hasta que “N’_{k-1}” > “N’_k”



5. Encontrar la curva con el MMC de la forma: $M_n = a \cdot n^b$ con los valores de la “ N'_{k-1} ” óptimos, utilizando las ecuaciones a continuación:

$$a = \text{antilog} \left[\frac{\sum(\log n)^2 * \sum \log M_n - \sum \log n * \sum(\log n * \log M_n)}{n * \sum(\log n)^2 - (\sum \log n)^2} \right] \quad (\text{Ec. 7.3})$$

$$b = \frac{n * \sum(\log n * \log M_n) - \sum \log n * \sum \log M_n}{n * \sum(\log n)^2 - (\sum \log n)^2} \quad (\text{Ec. 7.4})$$

En Excel es para:

“log M_n ” y “log n ”: “=LOG10(número)”, “=LOG10(number)”.

a: “=INTERSECCION.EJE(conocido_y,conocido_x)”, o

“=INTERCEPT(known_y's, known_x's)”.

b: “=PENDIENTE(conocido_y,conocido_x)”, “=SLOPE(known_y's, known_x's)”

Para a y b, “conocido_y” son los “log M_n ” o “log V_n ” y “conocido_x” los “log n ”.

6. Calcular el “ T_n ” de la auxiliar para la vez “ N'_{k-1} ”.

Sustituyendo el valor de “ N'_{k-1} ” en “ n ” en la siguiente ecuación:

$$T_n = a * n^{b+1} \quad (\text{Ec. 7.5})$$

Consecuentemente, “ T_n ” es el tiempo en que el elemento con mayor pericia realiza las “ N'_{k-1} ” ristas y por ende será el tiempo crítico de aprendizaje (Criterio de aprendizaje estándar aceptable), que el personal en entrenamiento debe de acumular.

En el caso de los operadores, “ N'_{k-1} ” será el tiempo (Criterio de aprendizaje estándar aceptable) para el aprendiz en operar la máquina, obteniendo “ V_n ” unidades producidas que variarán según la pericia del elemento.

Si la gerencia desea establecer para los operarios un criterio de aprendizaje basado en un nivel estándar de producción (“ V_n ”), entonces bastará con calcular el número óptimo de paquetes primarios producidos (por ejemplo empezar con: $n=100$ paquetes) y obtener “ V'_{k-1} ”, o sea $N'_{k-1} = “V'_{k-1}”$, para conocer el tiempo de duración que los operadores tarden en producir “ V'_{k-1} ” (unidades de tiempo/paquetes). Gráficamente, la curva será decreciente y “ b ” siempre será negativa (ver Figura #4). Luego se despeja “ n ” de la ecuación 7.6 y se sustituye “ Vn ” por “ V'_{k-1} ”.

$$Vn = a * n^b (1+b) \tag{Ec. 7.6}$$

Se tiene entonces:

$$n = 10^{\frac{\log\left[\frac{V'_{k-1}}{a(1+b)}\right]}{b}} \tag{Ec. 7.7}$$

De esta manera se conoce el tiempo que los empleados en entrenamiento deben realizar la tarea, con el objetivo de alcanzar el nivel de volumen crítico.

Para validar que el personal en entrenamiento alcanzó el nivel de pericia aceptable, no es suficiente que estos cumplan solamente con los criterios de aprendizaje definidos en unidades de tiempo, sino también que produzcan el volumen de ristras o paquetes correspondientes a estos estándares.

7.2.4 Indicador para la estrategia #2:

- a. Mejoramiento en el desempeño laboral del personal de auxiliares producción y operadores de máquinas de empaque.
- b. Reducción de desperdicio de material de empaque primario.

7.3 Estrategia #3: Para la eme de Máquina

7.3.1 Objetivo específico:

- 6.3.1.1 Modificar altura de las guías laterales hacia formador de empaque secundario, para evitar que los paquetes superiores de la columna se deslicen por encima de éstas.
- 6.3.1.2 Determinar los datos técnicos para la modificación de la altura de las guías laterales de la máquina de empaque secundario.

7.3.2 Estrategia a seguir:

La medida de la altura de las guías laterales es excedida por la columna de 4 unidades a empacarse, lo que origina que: el paquete superior se deslice por encima de éstas hacia los lados del pin, que roce el formador y que sea machacado por las mordazas al momento del sellado transversal. Todo esto incide directamente en el desperdicio de material de empaque y el revés de los targets de cuatro indicadores de planta, incluyendo el Yield y Packaging Waste principalmente.

La modificación de la altura de estas guías eliminará la causa raíz del modo de fallo y reducirá su índice de prioridad de riesgo (como se observa en la Tabla #23), porque se evitará que el producto se descentre del pin transportador y se desperdicie material de embalaje.

La corrección de esta medida es posible, como lo expuso el Supervisor de Mantenimiento Industrial en la Entrevista #7, cambiando cada guía lateral por otra pieza de igual forma (rectangular), del mismo material, grosor y longitud, pero con la altura adecuada. A continuación se presenta una guía de ayuda al supervisor de mantenimiento industrial para realizar la acción de mejora.

7.3.3 Enfoque de la estrategia:

Para la modificación de las guías laterales se tendrá en cuenta la siguiente información técnica:

1. El material de las guías tiene que ser de acero inoxidable con un grosor de 4 mm (0.16 pulg.) o su aproximado.
2. La altura específica de las guías será de 7.5 cm. (3 pulg., aproximadamente), que es la medida conveniente para contener la cantidad de 3 paquetes en el pin transportador y mantener centrado el producto.
3. Las especificaciones de los pernos para acoplar las guías a la base son: un diámetro de un 0.64 cm. ($\frac{1}{4}$ pulg.), una longitud entre 8.25 - 10.2 cm ($3\frac{1}{4}$ - 4 pulg.), hilo sin fin y cabeza hexagonal. La Supervisión de Mantenimiento Industrial puede utilizar la medida del diámetro de los pernos actuales, para no hacer nuevos agujeros en la base, si así lo desea.

7.3.4 Indicador para la estrategia #3:

- a. Disminución de desperdicio de material de empaque secundario.
- b. Mejoramiento del indicador Packaging Waste.

7.4 Estrategia #4: Para la eme de Material

7.4.1 Objetivos específicos:

- 6.4.1.1 Reducir el desperdicio de material de empaque causado por la cinta adhesiva en la bobina del papel.

7.4.2 Estrategia a seguir:

Para el empaque secundario se utiliza un polímero termoplástico parcialmente cristalino, llamado Polipropileno, como material de embalaje, para sobre empacar doce unidades de paquetes primarios del producto "A". Las bobinas de

éste material son más grandes y pesadas que las del primario y para empalmar sus capas, el proveedor utiliza una cinta adhesiva plástica colocada a lo ancho de estas.

Cuando este empalme pasa por la fotocelda, la máquina se desajusta, provocando desperdicios del Polipropileno, sobre empaques sin código de lote y por supuesto, el detrimento de los indicadores de planta, principalmente del Packaging Waste.

Si la gerencia desarrolla una gestión de mejora para eliminar esta cinta, entonces se evitarán los efectos antes mencionados, coadyuvando al incremento del rendimiento de la línea de producción y a la mitigación o minimización del índice de prioridad de riesgo de la falla (ver condición deseada en la Tabla #23), así como el desperdicio de papel para empaque secundario. En seguida, se facilitan 2 etapas para asistir a la administración en la realización de la acción de mejora.

7.4.3 Enfoque de la estrategia:

Para que la gerencia logre la mejora, debe apoyarse con la oficina de Aseguramiento de la Calidad, la cual posee las especificaciones de todos los materiales de empaque, con los operadores y mecánicos de mayor experiencia, con el Supervisor de Mantenimiento Industrial y el departamento de R&D. También se le sugiere considerar las siguientes etapas para llegar a la solución del problema.

Etapas 1: Comenzar con el proveedor.

Se debe comparar las características de calidad del papel para constatar si esta cinta adhesiva y su función están contempladas dentro de las especificaciones del material. Si es así, entonces la gerencia deberá modificar estas últimas de tal manera que si se continuara usando, mitigue el desperdicio de papel que se genera al desajustarse la fotocelda.



La modificación deberá hacerse en conjunto con los involucrados antes mencionados, con el objetivo de llegar a un consenso sobre la mejor alternativa de solución y por último se debe informar al proveedor sobre el cambio. Si no es factible modificarlas, considerar la etapa 2.

Por otra parte, si la cinta no está incluida, la gerencia debe verificar el proceso productivo del proveedor para evaluar el nivel de cumplimiento de la especificación del insumo, y comunicarle que no use este elemento en las bobinas, sino que ocupe otro método para unir las capas o que desarrolle una mejora para evitar empalmar el papel, es decir que el material sea enrollado como una sola capa.

Si el proveedor se negase, por diferentes razones, a realizar la mejora exigida por la Planta Managua, será conveniente que se evalúe cambiarlo por uno que pueda cumplir estrictamente con la calidad del insumo.

Etapa 2: Reprogramar parámetros de la máquina de empaque secundario.

Primeramente se debe verificar el estado mecánico de los componentes del equipo, por ejemplo: el brazo tensor, fotocelda con su módulo de programación y el dispositivo de codificación. Si estos funcionan en condiciones normales, se reconfigurarán las tolerancias de operación de la máquina para una impresión correcta del número de lote y fecha de caducidad del producto terminado.

Después de esto, se debe actualizar los instructivos de trabajo, relacionados con esta operación, en base a los nuevos parámetros definidos en la mejora. También debe comunicarse eficazmente a todos los operadores que controlan esta maquinaria, para que puedan producir con un mínimo de desperdicio del Polipropileno.



7.4.4 Indicador para la estrategia #4:

- a. Disminución de desperdicio de material de empaque secundario sin codificación.
- b. Mejoramiento del indicador Packaging Waste.

Con estas 4 estrategias se mejorará el desempeño del proceso de manufacturación del producto “A” de la Planta Managua, siempre y cuando se planifique su ejecución y verificación de éstas, lo más pronto posible. Además se reducirán los índices de prioridad de riesgo de todos los modos de fallos encontrados en el proceso y se alcanzará las condiciones deseadas para estos (ver Tabla #23) y los targets o metas de cada KPI.

8. Conclusiones

Posterior a la aplicación de las herramientas de recolección, procesamiento y análisis de datos, se obtuvieron los resultados que permiten presentar el siguiente conjunto de conclusiones:

El diagnóstico de causas se aplicó a 4 de las 5 áreas de la línea de producción del producto “A”, siendo excluida el área de Amase por no presentar ningún de modo de fallo, gracias a que los mezcladores cumplen con exactitud las instrucciones mezclado y a la auditoría interna al proceso.

En el área de Laminación se encontró solamente un modo de fallo, del cual se rastrearon dos posibles causas raíces, donde la principal es el problema de Mando. En ésta área no se realizó análisis de costo, ya que el efecto del fallo se reprocesa y es utilizado como ingrediente (para fortalecer la textura) en el mezclado de las materias prima del producto “A”, por tal razón los costos de reproceso están incluidos en los costos de producción.

Se excluyó del diagnóstico de laminación, el modo de fallo “Masa no compactada”, reconocido como vital en la gráfica de Pareto #1, ya que éste ocurre por un defecto permanente en una pieza de la maquinaria y no es causado por algún operador, estado mecánico del equipo o incumplimiento de métodos o procedimientos de operación.

En el área de Horno también se presentó sólo una falla (“Apilamiento de producto desordenado”), que al evaluarse con el AMFE obtuvo un índice de prioridad de riesgo mayor a 99 puntos (IPR= 168), a partir de esto se indagaron las causas raíces para validarlas y se atribuyen al problema de Mando y de Motivación.

Para el área de Empaque Primario, en la máquina de empaque primario #1, se identificaron 4 modos de fallo vitales. Se calcularon sus costos y coincidieron sus prioridades con las frecuencias respectivas. Estos fallos son provocados por 2 causas directas, o sea cada una produce dos modos de fallo, las cuales obtuvieron un puntaje mayor de 99, clasificadas como problemas de Mando y Motivación.

La segunda máquina de empaque primario, obtuvo 6 modos de fallos prioritarios por sus frecuencias y proporcionales a sus costos. Todos superaron los 99 puntos, definido por el AMFE y se investigaron sus causas raíces. Una de éstas es que la Gerencia general anterior no capacitó a los operadores en manejo de máquinas, porque decidió resolver sin coordinador de mantenimiento central (ver árboles #9, #10 y #11), la cual se descartó como causal de 3 modos de fallos, ya que la gerencia de manufactura solventó la situación realizando exámenes escritos basados en los instructivos de trabajo a todos los operadores de planta.

En la última área del proceso, empaque secundario, se clasificaron 3 modos de fallo como vitales que cumplen con la condición 80-20. Como se observó en la gráfica #8, la falla “Descentra el producto en el pin transportador” tiene una diferencia significativa respecto a las demás fallas, sin embargo se decidió analizar 3 modos de fallo, porque ésta área es muy influyente en los resultados del Packaging Waste.

La falla “No coloca a tiempo paquetes en pines” tiene causas raíces provenientes de las máquinas de empaque primario, esto quiere decir que todas las fallas, sin importar en qué área se originen, afectan indirectamente las demás operaciones del proceso de producción.

Por lo tanto, desplegar las estrategias de solución evolucionará la gestión gerencial de manufactura para inducir a las actitudes y conductas convenientes de los empleados, para el buen desempeño de la línea de producción y la



satisfacción del cliente externo e interno. De lo contrario, la situación actual continuará rindiendo frutos ineficaces en los KPI's y generando considerables pérdidas monetarias. Cabe mencionar que la gerencia deberá precisar la logística para la implementación exitosa y el debido seguimiento del desarrollo del plan de acción.

Finalmente, debe comprenderse que el recurso de mayor importancia y valor, es la mano de obra directa y debe ser aprovechada al máximo, potencializando sus capacidades, conocimientos y destrezas para el beneficio de la empresa.

9. Recomendaciones

Durante todo el proceso de desarrollo de ésta investigación surgieron ideas que la gerencia debe considerar para administrar eficazmente sus recursos y mejorar de manera continua a lo largo del tiempo. Todas éstas se presentan a continuación:

- Actualizar el AMFE de proceso después de implementar las mejoras presentadas en esta investigación, revalorando la puntuación de los indicadores de Gravedad, Ocurrencia y Detección para cada causa identificada.
- En el área de Laminación es conveniente que la gerencia tome en cuenta los costos de reproceso, para tomar decisiones de mejora de eficiencia. El diagnóstico de costos puede ser asesorado por el Centro de Producción más Limpia, ubicado en la UNI central.
- Cada operador que sea contratado por la empresa, antes de empezar a laborar, debe ser capacitado en el manejo de máquinas detallando los ajustes y funciones de cada pieza o componente. Y debe ser evaluado, de manera teórica o práctica, en base a lo antes mencionado evitando hacer pruebas muy generales e ineficaces.
- Los instructivos de trabajo deben estar al alcance de todo el personal de manufactura, para garantizar la estandarización del proceso de producción.
- El criterio de aprendizaje estándar aceptable definido por la gerencia, debe ser incluido en la descripción de puestos de los operadores y auxiliares de producción, así como en los instructivos de manejo de máquina.
- Utilizar el limpiador de copas del molde y su bandeja al comienzo de la jornada laboral y colocarlo tangente a la dirección de rotación del molde, para evitar que los residuos de masa se adhieran a las copas.



- Para obtener un mejor apilado del producto en el área del Horno, se recomienda desunir el tramo sin banda y desplazar las otras hacia delante, cubriendo el espacio del tramo. Y además proporcionar un tacómetro y un cronómetro a los operadores del área del Horno, para que puedan ajustar las velocidades de las bandas de transporte.

Es importante que todas las actividades operativas deban realizarse con parámetros estandarizados, conocidos, documentados y accesibles al personal correspondiente, evitando el criterio propio o empírico de los responsables de la planta, de lo contrario no se alcanzarán la metas de rendimiento establecidas por la empresa.

10. Bibliografía

1. Roberto Hernández Sampieri (2003), Metodología de la Investigación Científica (3ra. ed.), McGraw Hill, México D.F.
2. www.wikipedia.com
3. www.gestiopolis.com
4. Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2da. Ed., McGraw Hill, México D.F.
5. Planta Managua, Reportes de KPI's de plantas de alimentos pertenecientes a una cadena de alimentos
6. Sitio Web oficial de la compañía (dirección electrónica disponible sólo para uso interno).
7. www.monografías.com
8. www.lucastraining.es/herramientas/business_game
9. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 01.01.11:06, Cantidad de producto en preempacados. Editado por:
 - Ministerio de Economía de Guatemala, MINECO
 - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, CONACYT
 - Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua, MIFIC
 - Secretaría de Industria y Comercio, SIC
 - Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Honduras, MEICEste Reglamento tiene concordancia con la Recomendación Internacional R 87 QUANTIFY OF PRODUCT IN PREPACKAGES (Cantidad de producto en



preempacados) de la Organización Internacional de Metrología Legal –OIML- Edición 2004.

10. Stephen R. Covey, El Liderazgo Centrado en Principios. 01 Ed., Editorial Paidós, 1993.

11. Roberto R. B. de Holanda, Administración de Operaciones: Temas selectos, aplicaciones y un estudio de casos. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro. Ed. Agosto 2003.

12. Dale H. Besterfield, Control de Calidad, 4ta. Ed., Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.



11. Anexos

Apéndice 1.

Tabla # 1: Frecuencias de Gráficas de Pareto del Área de Laminación

Función	Modo de fallo	Frecuencias				Total Frecuencia	Frec. Acum.	Frec. Acum. Rel.	Nueva prioridad
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4				F. Acum. Rel.
Recibir la masa en tolva para su compactación	Masa no compactada	256	236	258	400	1,150	1,150	39.22%	-
Limpiar con aire a presión, residuos de MP incrustadas en las copas del molde	No limpia las copas del molde	29	203	691	125	1,048	2,198	74.97%	58.81%
Reducción progresiva del grosor de la masa a través de rodillos laminadores	Reducción excesiva del grosor de masa	45	154	263	172	634	2,832	96.59%	94.39%
Seguridad Alimenticia del producto	Masa con residuos extraños	34	25	4	0	63	2,895	98.74%	97.92%
Dosificación de sal	Abastecimiento de sal fuera de la tolva	0	14	0	0	14	2,909	99.22%	98.71%
Reducción progresiva del grosor de la masa a través de rodillos laminadores	Masa curva en la banda encintadora	5	5	0	0	10	2,919	99.56%	99.27%
	Masa estrecha en la banda de rodillo #1	6	0	0	0	6	2,925	99.76%	99.61%
	Desajuste de rodillo #2	0	2	0	4	6	2,931	99.97%	99.94%
	Masa laminada gruesa	0	1	0	0	1	2,932	100%	100%
Totales		375	640	1,216	701	2,932			

Fuente: Elaboración propia



Tabla # 2: Frecuencias y Cálculo de Costos del Área de Horno

Función	Modo de fallo	Frecuencias			Total Frecuencias	Costo \$/kg.
		Día 1	Día 2	Día 3		
Apilar producto en bandas consecutivas para facilitar alimentación de empaque primario	Producto no apilado fuera de banda	590	476	476	1,542	\$4.68
Transporte del producto en banda de horno	Banda detenida	3	0	0	3	\$0.01
Dosificación de aceite en el producto	No dosifica aceite	2	0	0	2	\$0.01
Totales		595	476	476	1,547	\$4.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla #3: Frecuencias y Cálculo de Costos de Máquina de Empaque Primario #1

Función	Modo de fallo	Frecuencias				Total Frecuencias	Costo \$/kg
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4		
Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	0	136	81	314	531	2.34
Mantener alineado el producto dentro del canal del abastecedor	Canal del abastecedor no ajustado	269	65	19	28	381	1.68
Transportar producto desde abastecedor hacia formador de empaque	Pin deforme o desigual	143	0	0	120	263	1.16
Sellado longitudinal de paquete	Paquete no sellado	183	18	10	32	243	1.07
Centrado de papel respecto al producto	Papel descentrado (longitudinal)	0	0	0	67	67	0.29



Centrado de papel respecto al producto	Papel descentrado (transversal)	41	0	0	19	60	0.26
Colocar el producto en alimentador de máquina	No coloca producto a tiempo en alimentador	0	4	42	0	46	0.20
Totales		636	223	152	580	1591	7.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla #4: Frecuencias y Costos de Máquina de Empaque Primario #2

Función	Modo de fallo	Frecuencias			Totales Frecuencias	Costo \$/kg
		Día 1	Día 2	Día 3		
Alinear producto al paso del pin transportador	Producto no alineado con el paso del pin	15	323	43	381	1.68
Colocar el producto en alimentador de máquina	Coloca producto fuera del alimentador	276	0	95	371	1.63
	No coloca producto a tiempo en alimentador	214	32	50	296	1.30
Acomodar el producto en pines transportadores	No acomoda el producto en pines	0	213	22	235	1.03
Centrar el producto en el pin durante su transporte	No centra el producto en el pin transportador	0	213	0	213	0.94
Mantener tensión constante de la cadena de pines	Tensión irregular en la cadena	0	213	0	213	0.94
Impresión del código en el empaque	Empaque sin impresión del código	0	29	32	61	0.27
Formar la envoltura de paquete	Paquete no formado (sello long.)	0	48	0	48	0.21
Sellado transversal de paquete	Sellado transversal quemado	22	5	0	27	0.12
Centrado de papel respecto al producto	Papel descentrado	0	18	0	18	0.08



Sellado transversal de paquete	Sellado sobre mitad del paquete	0	16	0	16	0.07
Sellado longitudinal de paquete	Paquete no sellado	0	0	15	15	0.07
Doble del sellado longitudinal	No doble del sellado	0	0	8	8	0.04
Sellado transversal de paquete	Paquete no sellado	4	4	0	8	0.04
Totales		531	1114	265	1910	8.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla #5: Frecuencias y Costos de la Máquina de Empaque Secundario

Función	Modo de fallo	Frecuencias				Totales Frecuencias	Costo \$/kg
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4		
Mantener producto centrado en pines durante su transporte hacia formador	Descentra el producto en el pin transportador	62	107	51	109	329	3.11
Agrupar 12 paquetes en pines para empaque secundario	No coloca a tiempo paquetes en pines del alimentador	8	29	0	0	37	0.35
Impresión del código en el empaque	Empaque sin impresión del código	0	10	25	0	35	0.33
Sellado longitudinal de paquete	Paquete no sellado	5	11	11	0	27	0.26
Transporte de producto en pines	Pines sin producto	15	0	0	0	15	0.14
Sellado transversal de paquete	Paquete no sellado	0	0	12	0	12	0.11
Lectura de muesca en papel de empaque	No lee la muesca	11	1	0	0	12	0.11



Centrado de impresión del papel	Impresión descentrado	0	0	10	0	10	0.09
Impresión del código en el empaque	Impresión de código no regulada	0	2	0	0	2	0.02
Sellado transversal de paquete	Sellado transversal quemado	0	0	2	0	2	0.02
Totales		101	160	111	109	481	4.55

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 2.

Tabla #4: Notas de examen de manejo de maquinaria de empaque primario y secundario.

Operador	Examen	Convocatoria
Alberto Mendoza Lezama	61	76
Alejandro cesar palacios Pérez	52	82
Antony José gallo espinales	61	73
Abraham Víctor chacón barrios	61	80
Carlos Alberto Marengo Alvarado	28	76
Carlos Giovanni Sánchez castrillo	58	68
Cesar hurtado	65	48
Edwin Bermúdez González	33	72
Edwin López	0	86
Eliezer José Montiel Alemán	0	93
Erick Méndez obregón	80	
Gabriel Arauz Ortiz	0	92
Guillermo a. Reyes romero	44	85
Gustavo Rivas Pasos	36	75
Héctor Manuel Ramírez Mejías	72	
IIMI Antonio Ramírez Báez	74	
José Miguel López Mayorga	57	75
José Luis Fonseca	72	
José Ramón Soza Chavarría	87	
Julio Alonso morales	0	72
Lester Abraham Chávez González	43	84
Luis Nicolás Reyes Urbina	48	74
Luis Manuel Chávez Pérez	49	57
Manuel Díaz Rojas	71	
Miguel Caldera Rodríguez	76	
Noel de Jesús blandón Muñoz	65	89
Octavio Antonio Castro flores	48	70
Octavio Chavarría Vivas	54	75



Orlando Ruiz Ramírez	65	96
Oscar Danilo Aguirre	0	70
Richard Hernández Mendoza	35	
Rudy José Tórrez Alvarado	70	
Santiago José Mendoza Reyes	73	
Tomasa de los Santos Vega	45	67
Ronald Ulises Bermúdez Berrios	50	78
Víctor Daniel Muñoz Meneses	84	
Waldo Antonio Alvarado Gómez	58	80
William Ricardo López	46	75
Wiston Zapata Hernández	60	82
Yader Antonio toruno Bermúdez	71	

Fuente: Coordinación de Mejora Continua

Entrevista #1: Instrucciones de Trabajo

Entrevistado: Gerencia de Manufactura

1. ¿Conoce las instrucciones de trabajo para el proceso de producción en planta Managua?

R/= Si las conoce

2. ¿Las instrucciones de trabajo son utilizadas por el personal de planta?

R/= Sólo son utilizadas para las inducciones, pero no puede asegurar el uso sistematizado para el proceso en la planta porque falta supervisión, aunque se ha ejercido presión para que el supervisor las utilice. Sólo para el área de amase son utilizadas.

3. ¿Funcionan estas instrucciones de trabajo en el proceso?

R/= No se utilizan para el área de empaque, ya que ni el supervisor la utiliza como herramienta de trabajo, no se sabe si funcionan.

4. ¿Se supervisa si las instrucciones de trabajo son utilizadas por el personal de planta?

R/= Nadie supervisa, no se aplica una auditoria de proceso en el área de empaque, se intento pero no se ha realizado por recarga de trabajo.



5. ¿Con qué frecuencia se están mejorando las instrucciones de trabajo?

R/= Se actualizan 2 veces al año.

Entrevista #2: Plan de Mantenimiento

Entrevistado: Gerencia de Manufactura

1. ¿Cuántos días a la semana se trabajan en la planta?

R/= 7 días a la semana.

2. ¿Cuántas horas al día se labora en planta?

R/= 12 horas al día.

3. ¿Cuántos turnos por día se trabajan?

R/= 2 turnos al día se trabajan

4. ¿Cuántas semanas al año se trabaja en la planta?

R/= 49 semanas al año.

5. ¿Hay un plan de mto. para la maquinaria de la planta?

✓ Si

✓ **No** ¿por qué no?

R/= No hay un plan de mto., porque no se tiene una visión gerencial, cualquier plan de mantenimiento lo discute el área de mantenimiento central y planificación.

6. Dentro del tiempo laboral anteriormente mencionado, ¿cuánto es el tiempo destinado para ejecutar este plan de mto.?

R/ Semana santa, los últimos 10 días de diciembre, 14 y 15 de septiembre y 1 de mayo.

Entrevista #3: Desigualdades entre de pines de cadenas de Empaque Primario

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento Industrial

1. ¿La Supervisión de Mtto. Industrial sabe del uso de pines desiguales en las cadenas de las máquinas de empaque primario?

R/= La supervisión tiene conocimiento de los pines desiguales en las cadenas y en eso están trabajando.

2. ¿Por qué se usan este tipo de pines desiguales en las máquinas de empaque primario?

R/= Porque no hay orden para tener un manejo correcto del uso de las cadenas y sus componentes, no se tiene un control en donde cada cadena se utilice con su respectivo producto. Porque se tiene la iniciativa y no hay un punto definido para las cadenas.

3. ¿Hay un inventario de pines adecuados para las cadenas?

R/= No hay un inventario de pines porque no es repuesto que lo amerite. No se requiere de un inventario controlado porque los pines no tienen un desgaste excesivo. Cuando se mira el desgaste es cuando se planifica la compra antes de que el pin se dañe.

Entrevista #4: Criterio de aprendizaje, Criterio de Rotación de puestos, Retraso del Incentivo.

Entrevistado: Coordinación de Mejora Continua.

1. ¿Existe algún criterio con el que se pueda evaluar el aprendizaje del auxiliar de proceso?

- Si
- No ¿Por qué no?

R/= No existe un criterio, pero se intentó crearlo. No hay tiempo para hacerlo. El nivel de aprendizaje es considerado por criterio propio del supervisor o coordinador.

2. ¿Este criterio está documentado?

- Si está documentado
- No está documentado ¿Por qué no?

R/= No hay respuesta

3. ¿Este criterio es conocido por el personal involucrado con el documento?

- Si es conocido
- No es conocido ¿Por qué no?

R/= No hay respuesta

4. ¿Es aplicado en planta?

- Si es aplicado
- No es aplicado ¿Por qué no?

R/= No hay respuesta

5. ¿Este criterio funciona?

- Si funciona ¿Podría demostrármelo?
- No funciona ¿Por qué no?

R/= No hay respuesta

6. ¿Se han hecho mejoras a este criterio de aprendizaje?

R/= No hay respuesta

7. ¿Existe algún criterio de rotación de puestos de auxiliares de producción de la planta?

- Si
- No ¿Por qué no?

R/= Existe y se hace cada hora. Se hace así porque no hay un estudio para definir cuánto tiempo debe estar en una máquina.

8. ¿Este criterio está documentado?

- Si está documentado
- No está documentado ¿Por qué no?

R/= No está documentado, porque es considerado un asunto de ergonomía y no de operación. Para cálculo de eficiencia no interesa documentar algo de rotación de puestos.

9. ¿Este criterio es conocido por el personal involucrado con el documento?

- Si es conocido



- No es conocido ¿Por qué no?

R/= El criterio es conocido por todo el personal de planta.

10. ¿Es aplicado en planta?

- Si es aplicado
- No es aplicado ¿Por qué no?

R/= Se aplica en el personal de planta.

11. ¿Este criterio funciona?

- Si funciona ¿Podría demostrarlo?
- No funciona ¿Por qué no?

R/= No funciona, porque las auxiliares nuevas no quieren estar en las maquinas de mayor dificultad, no hay supervisión de esto, ni compañerismo entre auxiliares.

12. ¿Se han hecho mejoras a este criterio de rotación de puestos?

R/= No, pero se ha concientizado al personal de que se necesita rotar entre maquinas de posiciones difíciles hacia maquinas de posiciones fáciles y viceversa.

13. ¿El pago del incentivo al personal de planta se retrasa?

- ✓ Nunca
- ✓ Comúnmente
- ✓ Siempre

R/= Porque el incentivo está negociado con Wal-Mart y no se trabaja con crédito. Manufactura y mejora continua calculan el incentivo y lo envían a Recursos Humanos, este hace la revisión, luego lo reporta a Costa Rica (sede regional) y es analizado en 2 semanas para enviar el cheque a Wal-Mart. Planta Managua no puede enviar la información antes, porque tendrían que enviar datos proyectados y esto no es conveniente.

El incentivo se entrega 3 semanas después de la fecha de pago de nómina.

Entrevista #5: Criterio de aprendizaje para los operadores de Empaque Primario

Entrevistado: Supervisor de línea

1. ¿Existe algún criterio con el que se evalué el aprendizaje del operador de empaque primario?

Si

No ¿Por qué?

R/= Específicamente no existe, pero hay charlas de inducciones al puesto, porque el 100% que se deba empacar no se logrará totalmente, porque la máquina no lo va a permitir nunca por problemas mecánicos. Por eso se permite, que a la velocidad que el operador ponga a funcionar la máquina, se haga la relación de lo empacado versus lo desperdiciado, en base al 3% de desperdicio permitido.

2. ¿Este criterio está documentado?

Si está documentado

No está documentado ¿Por qué?

R/= No hay respuesta

3. ¿Este criterio es conocido por el personal involucrado con el documento?

Si es conocido

No es conocido ¿Por qué?

R/= No hay respuesta

4. ¿El criterio es aplicado en planta?

Si es aplicado

No es aplicado ¿Por qué?

R/= No hay respuesta

5. ¿Este criterio funciona?

Si funciona ¿Cómo podría demostrármelo?

No funciona ¿Por qué?

R/= No hay respuesta

Entrevista #6: Variación del grosor de las Láminas Flexibles en Empaque Primario

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento Industrial

1. ¿El dpto. de mto. Industrial conoce el grosor del material que se utiliza para las láminas flexibles de las máquinas empacadoras?

R/= Se tiene conocimiento de las variaciones en el grosor del material que utilizan para las láminas.

2. ¿El grosor del material que se utiliza regularmente para las láminas flexibles permite el correcto empaque del producto?

✓ Si la respuesta es si, como podría demostrármelo

✓ No ¿Por qué no?

R/= No, porque cuando el grosor del material es delgado no mantiene la regulación y si es grueso no se puede porque impide regular como se requiere por lo rígido de la lámina.

3. ¿De qué grosor debe ser las láminas flexibles?

R/= El grosor ideal para el material es de 0.04-0.05 mm.

4. ¿Hay inventario del material con este grosor?

Si

No ¿Por qué no?

R/= No hay inventario de lámina templada con el debido grosor y no se había gestionado por la recarga de trabajo y porque no se ha podido conseguir el material, porque la medida específica no se produce con mucha demanda y por lo tanto no la producen, pero no es por falta de presupuesto pero ya se está haciendo la gestión.

Entrevista #7: Guías laterales de la Máquina de Empaque Secundario

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento industrial

1. ¿El dpto. de Mtto. Industrial sabe si se utilizan pernos no adecuados a la altura de guías laterales en las máquinas de empaque secundario?

R/= Se sabe del uso de eso pernos por eso se realizó un trabajo en la base y guías con el tamaño de los nuevos pernos, se perforaron al diámetro de los pernos y creación de los hilos para sujetarlos. Distribuyeron los pernos a lo largo de las guías para reducir la abertura que existe. No se había realizado antes porque el diseño de la máquina no te lo permitía.

2. ¿Hay un inventario de pernos conforme a la altura de las guías laterales?

R/= Si hay pernos en bodega.

3. ¿El dpto. de Mtto. hace el pedido para este tipo de pernos?

R/= Se mantiene un pedido constante.

4. ¿Tiene conocimiento de que las guías no tienen la misma altura del producto?

R/= Si tiene conocimiento de esto.

5. ¿La altura de las guías laterales se pueden modificar a la altura del producto?

R/= Se pueden modificar, lo que hay que hacer es poner guías del mismo material con las mismas dimensiones, pero con la altura apropiada.

Entrevista #8: Asimetría entre muescas del material de empaque

Entrevistados: Auditor de Calidad, operador de máquina de empaque

Preguntas para el Auditor de Calidad

1. ¿Ha encontrado bobinas de papel de empaque secundario con no conformidades a la calidad y cuáles son éstas?

R/= Papel con manchas, mala impresión, papel rajado o cortado, sin muesca de un extremo del papel, target del papel, variación en la distancia entre muesca, papel picado o perforado con pequeños orificios.

2. ¿Se realiza control de calidad al material de empaque primario cuando entra a bodega?

R/= Si se realiza un control al papel que ingresa a la bodega.

Preguntas para el Operador de máquina de empaque

1. ¿La cinta café o amarilla se presenta en las bobinas de papel de empaque secundario?

- ✓ Nunca
- ✓ Pocas veces
- ✓ Regularmente
- ✓ **Muy a menudo**
- ✓ Siempre

2. ¿Para qué se utiliza esta cinta café en las bobinas de papel de empaque?

R/= se utiliza para empalmar el papel en la bobina, esto viene de fábrica.

3. ¿Esta cinta desajusta alguna función en la máquina durante su operación?

R/= Si desajusta, se descontrola la función de la Fococelda, porque esta detecta la cinta y se corre la impresión, es decir el largo del papel, provocando muchas veces que el papel se reviente.



Formato #1: MAP del Supervisor de Línea.

2007 MAP form - Submitted - Message (HTML)

File Edit View Insert Tools Actions Help

Send Print Copy Paste Undo Redo Refresh Stop Home Options...

Información del empleado Evaluación de Desempeño Establecimiento de Objetivos

Usa siempre estos botones

Guardar información Cerrar Imprimir Ayuda Para Enviar

Website: Competencias de Liderazgo Asunto: 2007 MAP form - Submitted

Es crítico para la gestión del negocio, el fijar objetivos claros y asegurar la disponibilidad de talento. Las herramientas de esta sección son muy útiles para para fijar objetivos y desarrollar el talento.

Plan de Desarrollo | Objetivos del próximo año | Revisión de medio año | Career Dialogue | Feedback

El plan de desarrollo es un breve resumen de las acciones de desarrollo del empleado para el próximo año. El plan debe dirigirse a las oportunidades de desarrollo clave a corto y largo plazo.

Oportunidad de Desarrollo Limitado a 200 caracteres	Plan de Acción Limitado a 500 caracteres	Personas involucradas Limitado a 30 caracteres	Fecha límite Limitado a 30 caracteres
Delegación de Responsabilidades	-Participar en la formación de los team leaders. - Ser parta activa de la implantación de los team leaders en planta. -Brindar soporte en la consolidación de los	Manufactura y RRHH	En todo el 2008
Distribución del tiempo	-Elaboración de un plan de acción semanal y revisión con mi superior. -Recibir curso de distribución del tiempo ya sea externo o autodidacticamente. -Estudiar la descripción de mi puesto a fin	Manufactura	En todo el 2008
Control de los procedimientos	-Asistir a seminario o estudiar sobre temas que mejoren el conocimiento de los procesos como un sistema. -Realizar una revisión de todos los procedimientos correspondientes al área	Gerencia de Manufactura.	En todo el 2008

start | Inbox - Microso... | 2007 MAP form ... | 3 Microsoft Of ... | 2 Windows Ex...

Fuente: Gerencia de Manufactura