

**Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial**



Propuesta de mejora en las líneas de empaque de una empresa de cereales para disminuir los defectos en los corrugados

Trabajo de Graduación presentado por
Andrea Estefanía Cálix Woc
para optar al grado académico de
Ingeniero Industrial en el grado de licenciada.

Guatemala
2009

Propuesta de mejora en las líneas de empaque de una empresa de cereales para disminuir los defectos en los corrugados

**Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial**



**Propuesta de mejora en las líneas de empaque de una empresa
de cereales para disminuir los defectos en los corrugados**

Trabajo de Graduación presentado por
Andrea Estefanía Cálix Woc
para optar al grado académico de
Ingeniero Industrial en el grado de licenciada.

Guatemala
2009

Vo.Bo.:

Ingeniero Leonardo Dardón

Tribunal examinador:

Ingeniero Antonio Medrano

Ingeniero Carlos Cordón

Ingeniero Leonardo Dardón

Fecha de aprobación: Guatemala, 08 de diciembre de 2009.

ÍNDICE

Lista de tablas	ix
Lista de gráficas	x
Lista de figuras	xi
Lista de diagramas	xii
Lista de cotizaciones	xiii
Resumen	xiv
I. Introducción	1
II. Objetivos.....	2
A. Generales.....	2
B. Específicos.....	2
III. Marco teórico	3
A. Descripción del proceso.....	3
B. Diagrama del proceso de la operación	3
1. DOP actual de la línea 1 del área de empaque	5
C. Diagrama de recorrido	8
1. Plano del proceso	8
2. Diagrama de recorrido actual	9
D. Estudio de movimientos	10
1. Movimientos básicos.....	10
2. Diagrama de proceso bimanual	12
IV. Descripción de la empresa y del producto	13
A. Descripción de la empresa.....	13
1. Normas de higiene personal	13
2. Las condiciones del área de trabajo.....	15
3. Sobre el proceso.....	16
4. Herramientas y materiales.....	16
5. Control de plagas	16
6. Normas de seguridad industrial	16
7. Mantenimiento.	18
B. Descripción del producto corrugado	19
1. Diagrama de una caja de cartón corrugado desplegada.....	20
2. Diagrama de una caja corrugada con su respectivo cierre lateral	21
3. Tamaños de corrugados.....	21
C. Descripción de los defectos en los corrugados.....	22
1. Defecto A.....	22
2. Defecto B.....	22
3. Defecto C.....	22
D. Tipos de defectos.....	22
1. Color fuera de especificaciones.	22
2. Manchas de tinta.....	22
3. Paquete dañado	23
4. Empaque picado.....	23

5.	Sellado de corrugado débil.....	23
6.	Poca goma.....	23
V.	Metodología	24
VI.	Análisis de datos	26
A.	Recopilación de datos históricos	26
B.	Determinación de las pérdidas monetarias en corrugados.....	26
1.	Período 03	27
2.	Período 04	27
3.	Período 05	28
4.	Pérdidas totales.....	28
5.	Pérdidas totales por cada fuente que daña los corrugados.....	29
C.	Determinación de posibles causas en corrugados.....	29
VII.	Análisis de posibles causas	30
VIII.	Problemas y soluciones	33
A.	Máquina Elliot	33
1.	Problema # 1	34
2.	Problema # 2	34
3.	Problema # 3	37
4.	Problema # 4	39
5.	Problema # 5	41
6.	Análisis costo-beneficio de proyectos en la máquina Elliot.....	42
B.	Defectos de fábrica	43
1.	Impresión	43
2.	Apariencia	43
3.	Funcionamiento	43
C.	Semáforos	46
1.	Problema # 1	49
2.	Problema # 2	51
3.	Problema # 3	54
4.	Análisis costo-beneficio de proyectos en semáforos.....	57
D.	Daños de bodega	58
1.	Problema # 1	59
2.	Problema # 2	59
3.	Análisis costo-beneficio de proyectos en bodega de producto terminado	61
IX.	Conclusiones.....	63
X.	Recomendaciones.....	64
XI.	Bibliografía.....	66
XII.	Anexos	67
A.	Otros problemas identificados.....	67
1.	Problema # 1	67
2.	Problema # 2	69
3.	Análisis costo-beneficio de colocar rodillos en Salwasser	70
B.	Otras propuestas de mejora en el proceso de empaque	70
1.	Kanban.....	70
2.	5'S.....	71

3. Ergonomía	71
4. Costos.....	71
C. Porcentaje de desperdicio permitido por la empresa por tamaño de corrugado.....	72
D. Glosario	73
E. Formatos	75
F. Datos recopilados	78
a. Período 03	78
b. Período 04	80
c. Período 05	83
G. Cotizaciones	86

LISTA DE TABLAS

Tabla # 1: Intervalos de peso en kg que trabaja cada línea de empaque	8
Tabla # 2: Therbligs efectivos	11
Tabla # 3: Therbligs inefectivos	11
Tabla # 4: Horario de turnos.....	13
Tabla # 5: Precio unitario de cada Cube Size.....	21
Tabla # 6: Extracto de Tabla de resultados	26
Tabla # 7: Pérdidas del período 03.....	27
Tabla # 8: Pérdidas del período 04.....	27
Tabla # 9: Pérdidas del período 05.....	28
Tabla # 10: Total de pérdidas monetarias.....	28
Tabla # 11: Pérdidas totales por cada fuente que daña los corrugados	29
Tabla # 12: Datos recopilados de los formatos	30
Tabla # 13: Cantidad de corrugados dañados y sus porcentajes en cada período	31
Tabla # 14: Defectos totales en corrugados y el porcentaje que representan	31
Tabla # 15: Análisis costo-beneficio de proyectos en Elliot	42
Tabla # 16: Especificaciones para muestrear los lotes de corrugados.....	45
Tabla # 17: Cantidad de corrugados aceptados y rechazados según defecto	45
Tabla # 18: Velocidades de las bandas transportadoras de las líneas de empaque	47
Tabla # 19: Análisis costo-beneficio de proyectos en semáforos	57
Tabla # 20: Análisis costo-beneficio de proyectos en bodega de producto terminado.....	61
Tabla # 21: Análisis costo-beneficio de proyectos en Salwasser	70
Tabla # 22: Porcentaje de desperdicio permitido por tamaño de corrugado.....	72
Tabla # 23: Formato para cuantificar el desperdicio en corrugados.....	77
Tabla # 24: Datos de la producción del Período 03.....	78
Tabla # 27: Datos de la producción del Período 04.....	80
Tabla # 30: Datos de la producción del Período 05.....	83

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica # 1: Defectos totales en corrugados	31
Gráfica # 2: Gráfica de Pareto de los defectos en los corrugados	32

LISTA DE FIGURAS

Figura # 1: Simbología en diagramas de operaciones.....	4
Figura # 2: Plano del área de empaque.....	8
Figura # 3: Sistema Ojo de Tigre.....	18
Figura # 4: Componentes de un cartón corrugado	20
Figura # 5: Componentes de un cartón corrugado (continuación)	20
Figura # 6: Caja corrugada desplegada	20
Figura # 7: Caja corrugada lateral.....	21
Figura # 8: Dimensiones del corrugado.....	21
Figura # 9: Pérdidas monetarias del período 03	27
Figura # 10: Pérdidas monetarias del período 04	28
Figura # 11: Pérdidas monetarias del período 05	28
Figura # 12: Pérdidas totales por cada fuente que daña a los corrugados	29
Figura # 13: Máquina Elliot.....	35
Figura # 14: Destapador de boquillas.....	39
Figura # 15: Ubicación de Tanque Nordson	41
Figura # 16: Manchas en corrugado.....	46
Figura # 17: Problema con el troquelado	46
Figura # 18: Hoyo en corrugado	46
Figura # 19: Ubicación de los semáforos.....	47
Figura # 20: Velocidades de las bandas transportadoras.....	48
Figura # 21: Pistón con protector.....	49
Figura # 22: Pistón sin protector	49
Figura # 23: Compuertas que sustituirían a los semáforos	50
Figura # 24: Forma correcta de detener a los corrugados	53
Figura # 25: Daño al corrugado de la línea 3	53
Figura # 26: Guía de acero inoxidable	54
Figura # 27: Forma correcta de detener a los corrugados	55
Figura # 28: Daño al corrugado	55
Figura # 29: Correderas de acero inoxidable	57
Figura # 30: Cantidad de camas por Cube Size.....	60
Figura # 31: Gradilla metálica de dos peldaños	61
Figura # 32: Ubicación de gradilla	61
Figura # 33: Elemento Poka Yoke	69
Figura # 34: Primer formato	75
Figura # 35: Segundo formato.....	76

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama # 1: DOP actual de la línea 1 de la línea de empaque.....	5
Diagrama # 2: Diagrama de recorrido actual de la línea de empaque.....	9
Diagrama # 3: Causa y efecto de la máquina Elliot	33
Diagrama # 4: Diagrama bimanual para la actividad de doblar las solapas del corrugado	36
Diagrama # 5: Causa y efecto de los corrugados defectuosos de fábrica	44
Diagrama # 6: Causa y efecto de los problemas que ocasionan los semáforos.....	48
Diagrama # 7: Causa y efecto de daños de bodega de producto terminado.....	58
Diagrama # 8: Diagrama bimanual para la actividad de colocar el corrugado en la máquina Salwasser ..	68

LISTA DE COTIZACIONES

Cotización # 1: Cotización para tanque Nordson	86
Cotización # 2: Cotización para modificar banda de transporte principal	87
Cotización # 3: Cotización para Salwasser.....	88
Cotización # 4: Cotización de compuertas	89

RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó en una empresa dedicada a la elaboración, empaque y distribución de cereales.

La empresa consta de dos procesos, el proceso de producción y el proceso de empaque. En el primero ingresa la materia prima, tales como: granos de arroz, dientes de maíz, vitaminas y algunos aditivos, que por medio de un proceso industrial, son transformados en arroz inflado y/u hojuelas de maíz tostadas. En el área de empaque se cuenta con liners, corrugados, plegadizos y hotmelt para poder empacar el cereal en sus diferentes presentaciones. El estudio se enfocó en el área de empaque de dicha empresa. Después de ser empacadas las bolsas de cereal en su respectivo paquete, estos son introducidos en un corrugado para luego cerrarlo y enviarlo al área de bodega.

Al analizar el área de empaque se pudo observar que los corrugados sufren distintos daños provocados por varias fuentes. Para resolver este problema se hizo un estudio de las mismas, identificando los puntos críticos. Con esta información se propuso un plan de acción para reducir el desperdicio, ahorrar insumos y sobre todo, reducir los defectos para hacer más eficiente el proceso.

Se observó que había bastantes corrugados dañados por la máquina Elliot, la que cierra los corrugados, había también corrugados defectuosos de fábrica, es decir, del proveedor. Asimismo, se lograron identificar corrugados dañados por los semáforos, los cuales están colocados a lo largo de la banda de transporte del área de empaque hasta la bodega, en esta banda hay un total de seis semáforos (es decir seis hierros); y se vio corrugados dañados en la bodega de producto terminado a causa del montacargas. Por lo tanto, en este trabajo se muestran los problemas críticos con su respectiva solución, de manera que la empresa de cereales pueda tomar en cuenta las sugerencias e implementar la solución que considere la más adecuada.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó con el fin de determinar la causa de los daños en las cajas corrugadas en una empresa de cereales, para poder disminuir y posiblemente eliminar este desperdicio y reducir los gastos adicionales a los que debe incurrir la empresa para reponer este material.

En dicha empresa se cuenta con un proyecto de generación de ideas en donde se obtuvo información que los corrugados son dañados, en su mayoría, por la máquina Elliot, encargada de colocar pegamento en las solapas de los corrugados y cerrarlos; por los pistones conocidos como semáforos, que controlan el flujo de las cajas corrugadas desde el área de empaque y que se dirigen a la bodega; y también son dañados en la bodega de producto terminado en donde son entarimados y posteriormente almacenados. Por otra parte, hay varios corrugados defectuosos de fábrica, es decir, del proveedor. El daño en los corrugados puede clasificarse en tres tipos: defectos A, B o C, siendo el defecto C el más crítico.

Este trabajo ayudará a la empresa de cereales, en donde realicé mis prácticas profesionales, a reducir los gastos al contar con menos desperdicios y defectos en el material corrugado.

II. OBJETIVOS

A. Generales

- Identificar las principales causas de los defectos en los corrugados en una fábrica de cereales y proponer acciones para eliminar o disminuir dichos defectos durante el proceso de empaque.

B. Específicos

- Determinar todas las causas de los daños a los corrugados.
- Hacer un plan de acción para atacar hasta el 80% de las causas encontradas que dañan a los corrugados.
- Determinar todos los costos de los planes de acción presentados.

III. MARCO TEÓRICO

A. Descripción del proceso

Esta empresa de cereales, la cual se encarga de distribuir sus productos a toda Centro América, lleva a cabo dos procesos en la planta de sus instalaciones, el de producción y el de empaque. El primero consiste en recibir la materia prima, dientes de maíz, granos de arroz, vitaminas, aditivos, entre otros y por medio de un proceso industrial, los dientes de maíz y los granos de arroz son convertidos en hojuelas de maíz y arroz inflado respectivamente.

Luego, estos productos se llevan al área de empaque en donde se empacan en sus respectivas bolsas y cajas de cereal. En esta área, la materia prima es el liner, plegadizo, corrugado y hotmelt. Al finalizar este empaque principal, las cajas de cereal pasan al empackado secundario en donde se introducen en cajas corrugadas y luego son cerradas utilizando pegamento líquido.

Después, a esta caja corrugada se le coloca la fecha de vencimiento y el lote para luego ser transportada hacia el área de bodega donde se coloca sobre tarimas por medio de bandas de transporte.

Ya cuando la tarima tiene cierta cantidad de cajas y altura (según normas de la empresa), se le coloca el plástico que cubre la torre y luego se almacenan en bodega hasta que llega un contenedor y se despecha.

B. Diagrama del proceso de la operación

El diagrama del proceso de la operación es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. Incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como tiempo requerido, distancias recorridas y cantidad considerada. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante el proceso en cinco. Estas acciones se conocen bajo los términos de: operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes.

El diagrama de proceso muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Este diagrama describe la entrada de todas las componentes y subensambles al ensamble principal.





















El diagrama de proceso de la operación muestra lo siguiente:

- Identifica todas las operaciones, inspecciones, materiales, movimientos, almacenamientos y demoras al hacer una parte o completar un proceso.

- Muestra todos los eventos en la secuencia correcta.
- Muestra con claridad la relación entre las partes y la complejidad de su fabricación.
- Distingue entre partes producidas y compradas.

Al construir un diagrama de proceso de la operación se usan los símbolos siguientes:

Figura # 1: Simbología en diagramas de operaciones

Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Mortar	 Mixer	 Taleador o tornear
Transporte  Una flecha indica un transporte, como	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (manejador)
Almacenamiento  Un triángulo indica un almacenamiento, como	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado almacenado en estantes	 Archivo de documentos
Demora  Una letra D significa una demora, como	 Esperar el elevador	 Material en espera de ser procesado	 Documento en espera para archivarlo
Inspección  Un cuadrado indica una inspección, como	 Escribir calidad y cantidad	 Lectura de niveles en cilindros	 Enviar información en forma impresa

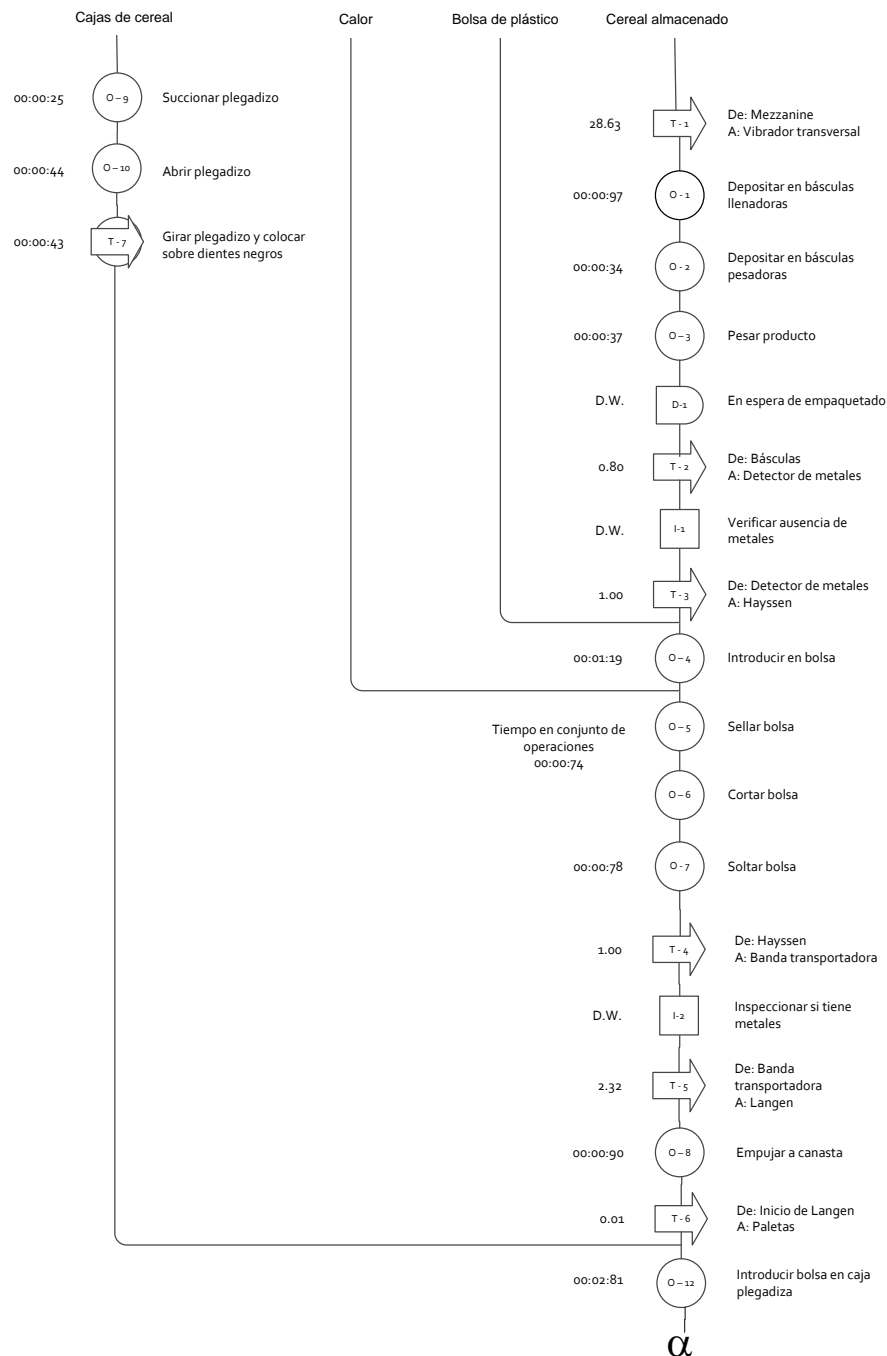
El significado de cada actividad que se utiliza en el diagrama es el siguiente:

1. **Operación:** ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.
2. **Transporte:** cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.
3. **Inspección:** ocurre cuando un objeto se examina para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o sus características.
4. **Demora:** cuando se interfiere en el flujo, con esto se retarda el siguiente paso planeado.
5. **Almacenaje:** ocurre cuando un objeto es retenido y protegido contra movimientos o usos no autorizados.

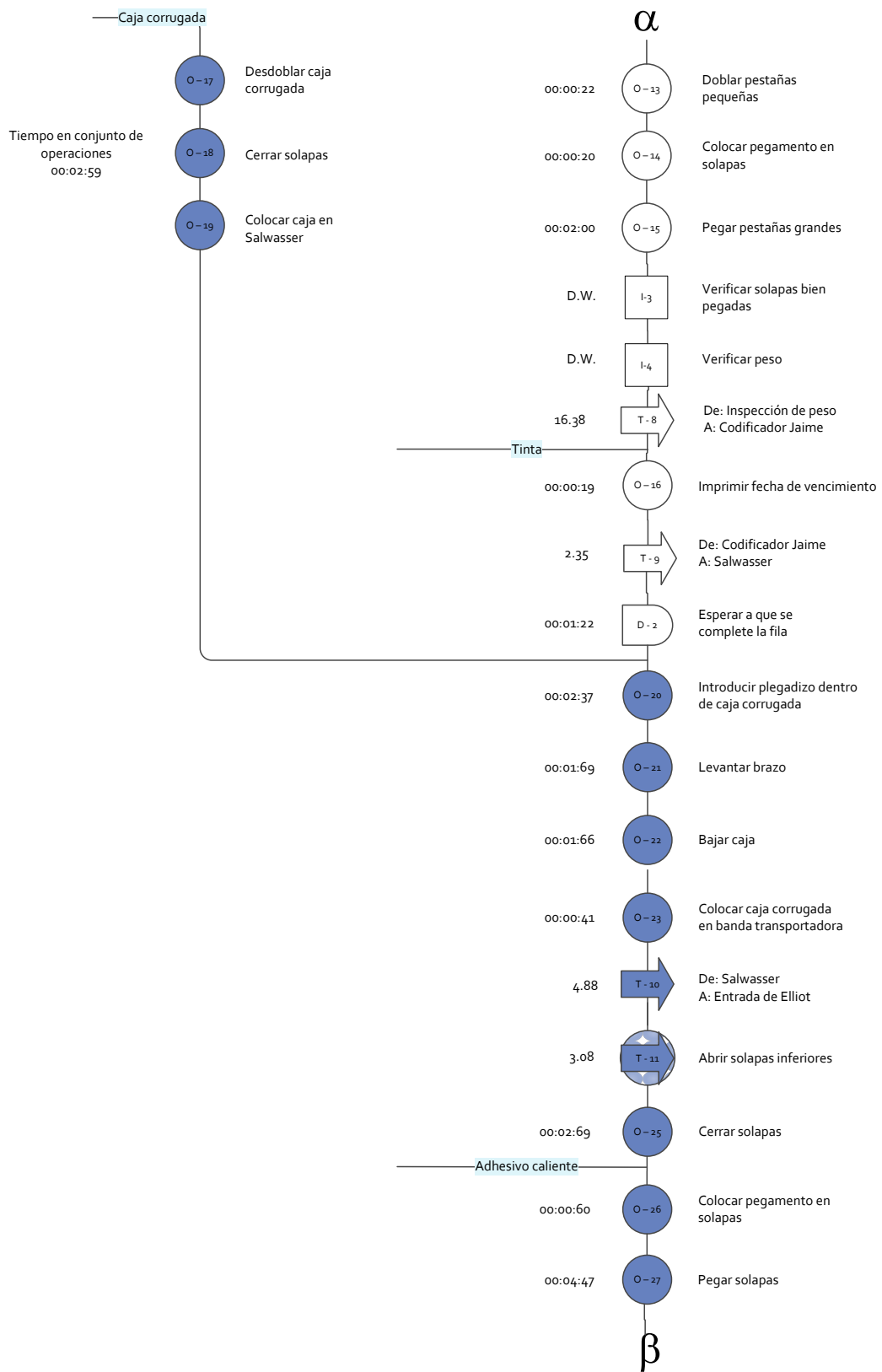
Los símbolos se unen mediante líneas verticales, las cuales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, mientras que las líneas horizontales indican los materiales que requiere la operación. Los materiales que se utilizan durante la operación se colocan del lado izquierdo de la línea vertical, en cambio si los materiales salen del proceso se muestran a la derecha.

1. DOP actual de la línea 1 del área de empaque

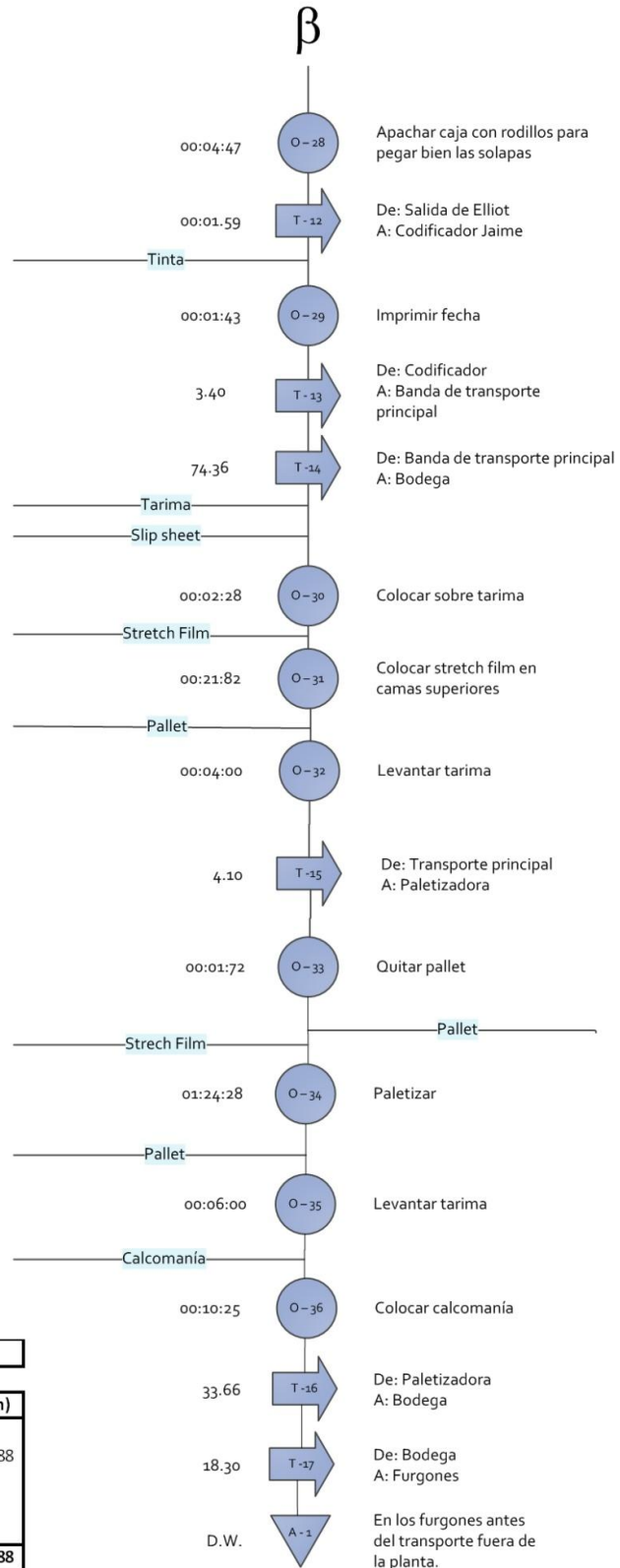
Diagrama # 1: DOP actual de la línea 1 de la línea de empaque



Continuación Diagrama # 1: DOP actual de la línea 1 de la línea de empaque



Continuación Diagrama # 1: DOP actual de la línea 1 de la línea de empaque



Resumen			
Evento	Número	Duración (s)	Distancia (m)
Operación	36	165.56	-
Transporte	17	-	195.88
Demora	2	-	-
Inspección	4	-	-
Almacenamiento	1	-	-
TOTAL	60	165.56	195.88

C. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido consiste en una representación gráfica de los hechos, situaciones, secuencia de rutinas, movimientos o relación, por medio de símbolos. En donde se expresan las distintas actividades que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica.

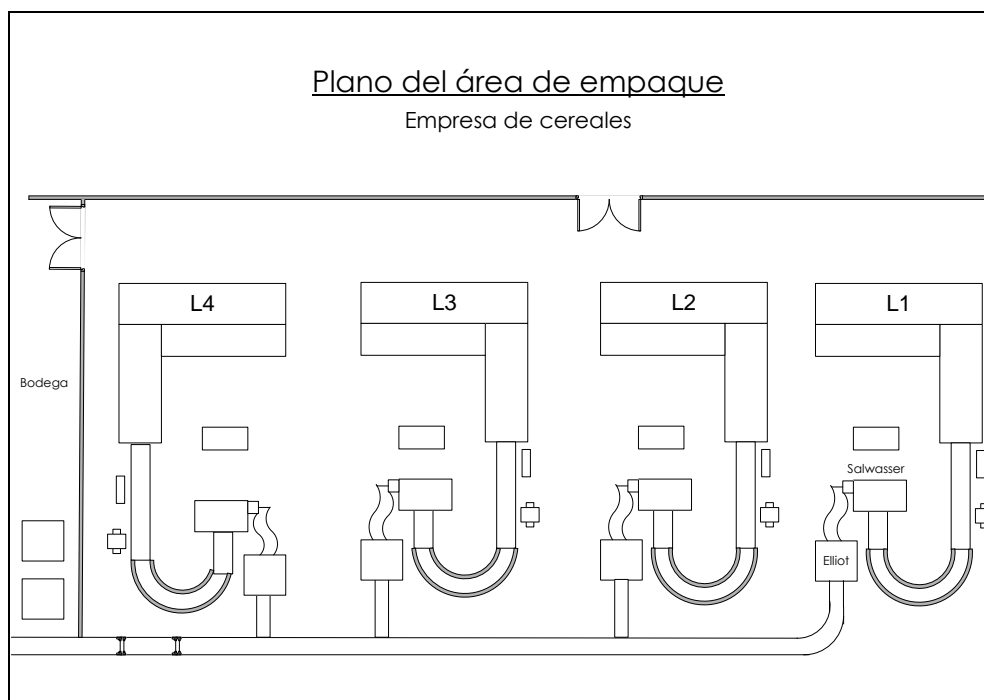
El diagrama de recorrido es un complemento del diagrama de proceso de la operación, dado que indica los movimientos y las posibles áreas congestionadas. Es una representación gráfica de la distribución de la planta, que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de proceso de la operación. Permite visualizar las actividades innecesarias y verificar la distribución del trabajo.

1. Plano del proceso. El área de empaque consta de cuatro líneas de empaque, la línea 1, línea 2, línea 3 y línea 4. Cada una empaqa productos de diferentes tamaños, siendo la línea 1 la que empaqa corrugados más pesados, y la línea 3 la que empaqa los más pequeños. En la Tabla # 1 se muestran los pesos de corrugados que maneja cada línea de empaque.

Tabla # 1: Intervalos de peso en kg que trabaja cada línea de empaque

Línea	Peso en kg
Línea 1	7 – 10.16
Línea 2	4.83 – 14.40
Línea 3	1.2 – 4.32
Línea 4	4.8 – 11.16

Figura # 2: Plano del área de empaque



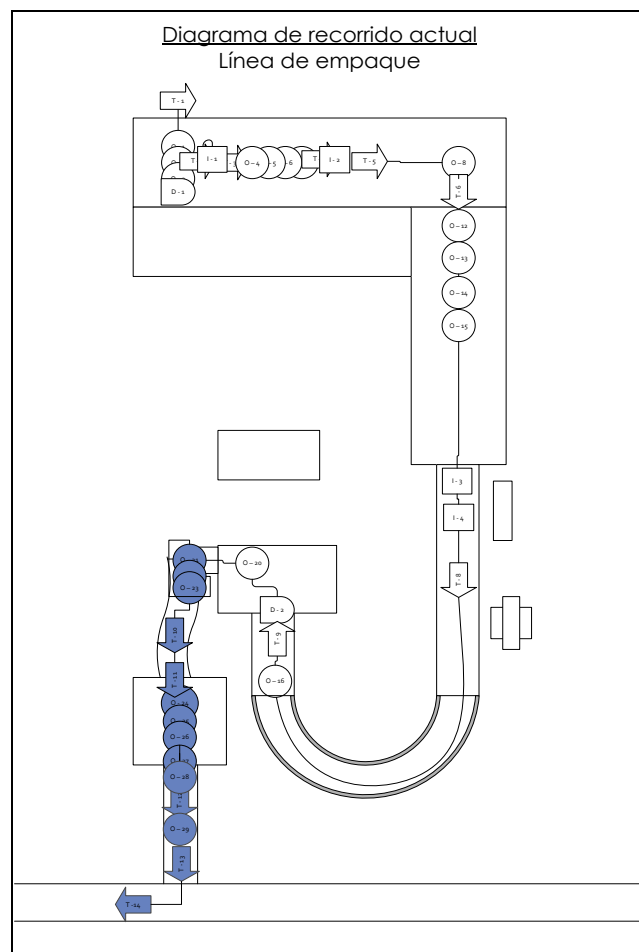
2. Diagrama de recorrido actual. Aunque el diagrama de proceso contiene la mayor parte de la información pertinente relacionada con el proceso de manufactura, no muestra un plano del flujo de trabajo. En ocasiones, esta información ayuda a desarrollar un nuevo método. Ya que la mejor manera de proporcionar información acerca de la planta, es tomar un plano existente de las áreas que se estudian y trazar las líneas del flujo que indican el movimiento del material de una actividad a la siguiente.

Un diagrama de flujo es una representación pictórica de la distribución de la planta y los edificios, que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso.

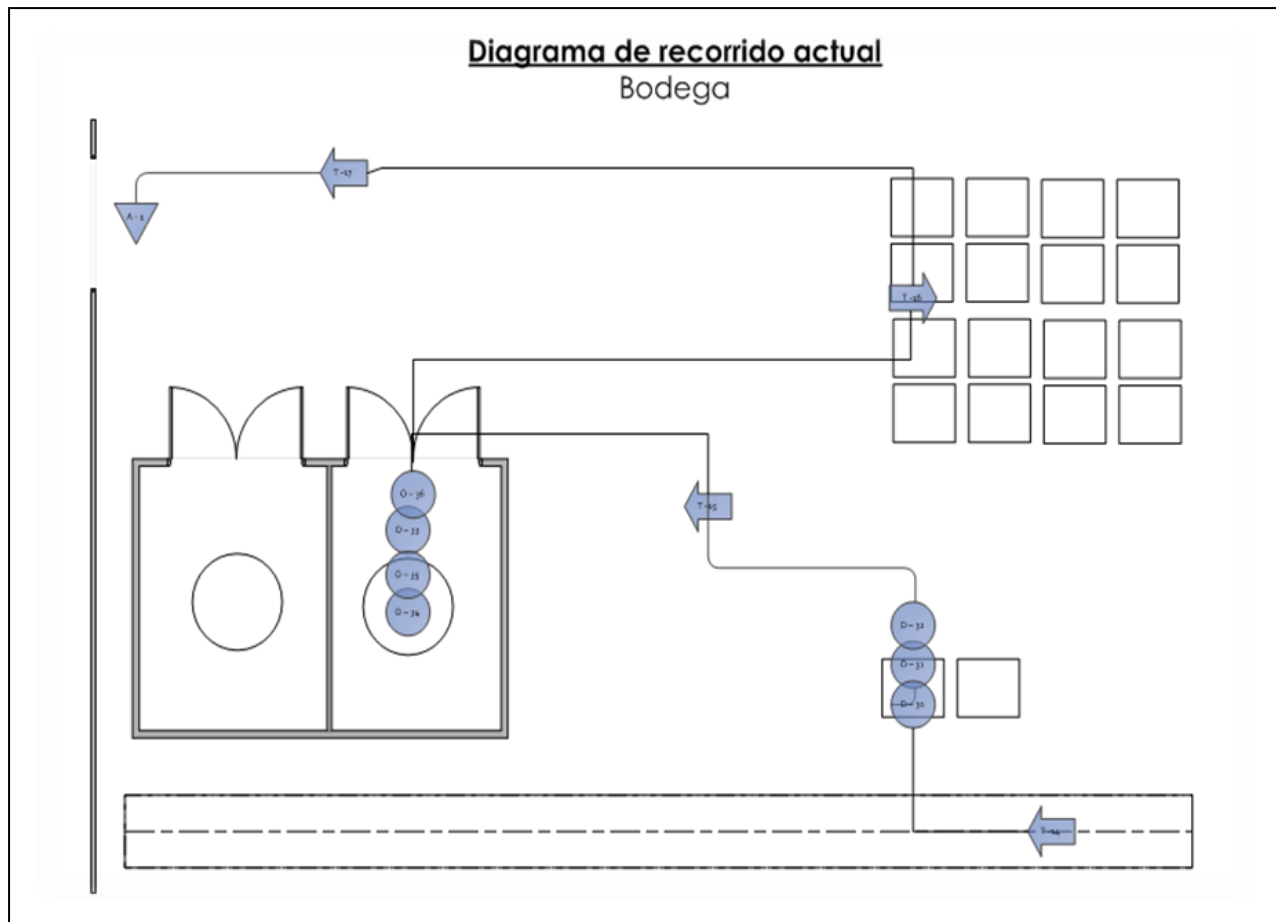
Al construir un diagrama de flujo, debe identificarse cada actividad con el símbolo y número correspondiente al que aparece en el diagrama de proceso.

A continuación se muestra el diagrama de recorrido del producto en el área de empaque.

Diagrama # 2: Diagrama de recorrido actual de la línea de empaque



Continuación Diagrama # 2: Diagrama de recorrido actual de la línea de empaque



D. Estudio de movimientos. El estudio de movimientos es un análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al hacer un trabajo. Su propósito es eliminar o reducir los movimientos no efectivos y facilitar y acelerar los movimientos efectivos. Con éste, se rediseña el trabajo para lograr mayor efectividad y una tasa de producción más alta.

Los Gilbreth fueron pioneros en el estudio de movimientos y desarrollaron las leyes básicas de economía de movimientos que todavía se consideran fundamentales.

1. Movimientos básicos. Todo trabajo ya sea productivo o no, se realiza usando una combinación de 17 movimientos básicos que llamaron Therbligs.

Therblig: pueden ser efectivos o inefectivos. Los efectivos son un avance en el progreso del trabajo, pueden acortar, pero lo común es que no se puedan eliminar por completo. Los inefectivos no avanzan el progreso del trabajo y deben eliminarse mediante la aplicación de los principios de economía de movimientos.

Tabla # 2: Therbligs efectivos

Therbligs efectivos		
Implica un avance directo en el progreso del trabajo, pueden acortarse, es difícil eliminarlos		
Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto. • El tiempo depende de la distancia. • Precede a soltar. • Seguido de tomar.
Mover	M	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de la mano llena. • El tiempo depende de la distancia, peso y tipo de movimiento. • Precedida por tomar. • Seguido de soltar o posicionar.
Tomar	T	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar los dedos alrededor de un objeto. • Inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control. • Depende del tipo de tomar. • Precedido por alcanzar. • Seguido por mover.
Soltar	S	<ul style="list-style-type: none"> • Dejar el control de un objeto. • Es el más corto.
Preposicionar	PP	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior. • Ocurre junto con mover.
Usar	U	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha. • Se detecta con facilidad al hacer que avance el trabajo.
Ensamblar	E	<ul style="list-style-type: none"> • Unir dos partes que van juntas. • Precedido por posicionar o mover. • Seguido de soltar.
Desensamblar	DE	<ul style="list-style-type: none"> • Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas. • Precedido de posicionar o mover. • Seguido de soltar.

Tabla # 3: Therbligs inefectivos

Therbligs inefectivos		
No avanzan el progreso del trabajo. Deben eliminarse cuando sea posible		
Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	B	<ul style="list-style-type: none"> • Ojos o manos que deben encontrar un objeto. • Inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir un artículo entre varios, sigue a buscar.
Posicionar	P	<ul style="list-style-type: none"> • Orientar un objeto durante el trabajo. • Precedido de mover. • Seguido de soltar.
Inspeccionar	I	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista.

Continuación Tabla # 3: Therbligs inefectivos

Therbligs inefectivos		
No avanzan el progreso del trabajo. Deben eliminarse cuando sea posible		
Therblig	Símbolo	Descripción
Planear	PL	<ul style="list-style-type: none"> Hacer una pausa para determinar la siguiente acción. Se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	<ul style="list-style-type: none"> Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación.
Retraso evitable	RE	<ul style="list-style-type: none"> Solo el operario es responsable del tiempo ocioso (por ejemplo: toser)
Descanso para contrarrestar fatiga	D	<ul style="list-style-type: none"> Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	<ul style="list-style-type: none"> Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

2. Diagrama de proceso bimanual. El diagrama de proceso bimanual, también llamado diagrama de proceso del operario, es una herramienta del estudio de movimientos.

- Muestra todos los movimientos y retrasos realizados por las manos.
- Su propósito es presentar una operación con suficiente detalle para analizar y mejorar la operación.
- No es práctico hacer un estudio detallado del proceso bimanual a menos que se trate de una operación manual muy repetitiva.
- Facilita cambiar un método de manera que se logre una operación con dos manos balanceada y que los movimientos ineficientes se reduzcan o eliminen.
- El resultado es un ciclo más suave, con más ritmo que mantiene al mínimo los retrasos y fatigas.

Después de identificar la operación por completo y hacer un bosquejo de la estación de trabajo con las relaciones dimensionales, el analista inicia la construcción del diagrama de proceso bimanual. El analista puede observar la duración del ciclo para determinar el tiempo que debe representar cada centímetro de espacio vertical en el diagrama. Todos los elementos deben durar suficiente tiempo para poder medirlos

Al terminar el diagrama para un método existente, puede determinar qué mejoras introducir. Los diagramas de proceso bimanual son una herramienta efectiva para:

- Balancear los movimientos de ambas manos y reducir la fatiga.
- Reducir o eliminar los movimientos no productivos.
- Disminuir la duración de los movimientos productivos.
- Capacitar a nuevos operarios en el método ideal.
- Vender el método propuesto.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PRODUCTO

A. Descripción de la empresa

Esta empresa de cereales es una empresa mundialmente reconocida, comprometida no sólo a apoyar a la comunidad, cuidar el medio ambiente, sino también de contribuir a la salud y la nutrición de las personas; todo ello se traduce en los productos que elabora y distribuye.

Esta empresa compra la materia prima, es decir, granos de maíz o granos de arroz, vitaminas, aditivos, liners, corrugados, plegadizos y hotmelt, entre otros, y que por medio de un proceso industrial, son convertidos en hojuelas o arroz inflado. Estos productos son luego empacados, distribuidos y forman parte del cereal que hoy en día la mayoría de los habitantes de este y otros países consumen en sus desayunos.

La empresa cuenta con días laborales de veinticuatro horas. Por lo tanto se tienen cuatro turnos de personas (tres turnos laborando y uno descansando) que rotan en horarios de ocho horas. Se cuenta con turnos rotativos para que un grupo pueda descansar luego de laborar seis días seguidos y un cuarto turno lo reemplace. Además, se trabaja los trescientos sesenta y cinco días al año, las veinticuatro horas.

Tabla # 4: Horario de turnos

Turno	Hora
T 1	5:30 – 13:30
T 2	13:30 – 21:30
T 3	21:30 – 5:30
T 4	En descanso

En esta empresa de cereales, las buenas prácticas de manufactura son un conjunto de políticas, procedimientos y métodos que aseguran la elaboración de alimentos inocuos. De ahí, que sus objetivos sean proteger a los consumidores de cualquier tipo de contaminación que pudiese repercutir negativamente en su salud, y mantener elevados estándares.

En el caso de esta empresa, están involucradas todas aquellas áreas en donde el producto puede contaminarse. En otras palabras, hay distintos programas que aseguran las buenas prácticas de manufactura; estos incluyen: políticas para el personal y lineamientos de capacitación, condiciones de edificios, alrededores y bodegas de almacenamiento, control de procesos en el área de producción y de empaque, y procedimientos para mantenimiento y seguridad.

1. Normas de higiene personal. Para cumplir con la política de calidad, es importante que los empleados siempre tengan una apariencia ordenada y limpia. Para esto, es necesario tomar una ducha a diario antes de iniciar la jornada laboral. Además, del uso de una red o cofia en la cabeza (para evitar la caída de cabello) y el equipo de protección personal dentro de las instalaciones es obligatorio.

Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Acciones no permitidas en las instalaciones de producción, bodega y talleres

- Fumar.
- Escupir.
- Ingresar alimentos o bebidas no alcohólicas.
- Almacenar alimentos, bebidas o golosinas en los cajones, gavetas o casilleros.
- Está terminantemente prohibido ingresar o consumir bebidas de contenido alcohólico en las instalaciones.
- Masticar chicle, tabaco o cualquier otra sustancia.
- Consumir pastillas, laminillas o cualquier otro medicamento. Si debe medicarse, deberá emplear la clínica o la oficina de supervisión para tal fin.
- Utilizar palillos para dientes u otros objetos en la boca.
- Entrar con lápices, plumas, cigarros (u otros objetos) sostenidos en las orejas.
- Utilizar pestañas o uñas postizas.
- Utilizar teléfonos celulares, cámaras fotográficas y cámaras de video.
- Utilizar joyas, relojes u otros accesorios.
- Utilizar maquillaje, cremas para manos, lociones o perfumes para el cuerpo.
- Portar objetos sostenidos por el cinturón o por la cintura del pantalón (lápices, linternas, termómetros, etc.)
- Portar utensilios que estén en contacto con el alimento dentro de los bolsillos de la ropa.
- Almacenar utensilios que estén en contacto con el alimento en superficies no higiénicas (escaleras, anaqueles, etc.)
- Pararse o sentarse en zonas en donde el producto circule.
- Almacenar producto en áreas que no son adecuadas para tal fin.

Políticas con relación al uniforme y el equipo personal

- Es obligatorio el uso del uniforme autorizado.
- El uniforme que utilice siempre debe estar limpio.
- La ropa y los cascos que utilice deben estar libres de marcas, señas o mensajes ofensivos.
- Los uniformes, las batas y los zapatos de seguridad nunca deben salir de las instalaciones.
- Para manipular el producto debe hacer uso de guantes.

Políticas sobre la limpieza de las manos

- Las manos siempre deberán estar limpias antes de entrar a la planta.
- Al lavarse las manos, después de aplicar jabón, debe enjuagar el codo, el antebrazo, los dedos y las manos. Para esto, el tiempo de lavado mínimo es de 20 segundos.

- Al momento de ingresar a planta se debe de aplicar alcohol líquido que se puede obtener de unos dispensadores colocados en la entrada de la misma. El propósito de esto es, eliminar cualquier bacteria, gérmenes u organismos que pudieran transmitirse al cereal.
- Mientras se encuentre dentro de la planta, siempre deberá limpiar sus manos después de:
 - Tocar objetos o superficies que no están limpias: paredes, láminas, tarimas, pisos, etc.
 - Utilizar los inodoros.
 - Comer.
- Mientras se encuentre dentro de la planta, debe evitar realizar lo siguiente:
 - Rascarse la cabeza o cualquier parte del cuerpo.
 - Tocarse la cara o secarse la frente con las manos.
 - Colocar los dedos dentro de la boca, la nariz o las orejas.

Políticas sobre la limpieza de las uñas

- Las uñas siempre deben estar cortas.
- No debe decorarlas de ninguna forma: barniz o calcomanías.
- Está prohibido el uso de uñas postizas.

Sobre las mallas para el cabello o cofias

- Están disponibles en varios puntos: vestidores de damas y caballeros, taller de mantenimiento, oficinas del área de administración.
- Al usarlas deben contener todo el cabello y cubrir las orejas.
- Para los hombres que utilizan barba, hay cubre barbas especial.
- Para los hombres que utilizan patillas largas, éstas no deben extenderse más allá de la altura de los lóbulos de ambas orejas.
- Además de la cofia, siempre se deberá ingresar con el casco.

2. Las condiciones del área de trabajo

- Éstas siempre deberán estar limpias. Nunca debe existir acumulación de desechos.
- Los recipientes de basura nunca deben sobrepasar su capacidad. Además, los contenedores siempre deben estar cerrados por su tapadera respectiva.
- Jamás debe incinerarse basura dentro de las instalaciones de la empresa.
- Los carros tanque siempre deben estar cubiertos.
- Para las limpiezas, primero debe recogerse todos los desperdicios y polvos con escobas, palas, etc. Después puede procederse a utilizar la limpieza con aire. Al utilizar aire comprimido se debe de cubrir todos los recipientes que contienen o pueden contener producto.

3. Sobre el proceso

- Producto para reproceso debe permanecer cubierto por lona o plástico limpio. Éste debe etiquetarse con el nombre y la fecha.
- Las fallas deben reportarse inmediatamente (fugas de cualquier tipo).
- Los lugares de almacenamiento para cada tipo de materia prima o insumo deben respetarse. Para un área sólo deben almacenarse los productos que se hayan designado a la misma.
- Toda la materia prima que se utilice debe estar identificada. De lo contrario no debe ser aceptada.

4. Herramientas y materiales

- Está prohibido el uso de herramientas u objetos que contengan vidrio y/o plástico dentro de planta.
- Los clips y las grapas sólo deben emplearse en áreas de oficina.
- Toda herramienta que pueda llegar a tener contacto con el alimento debe de limpiarse antes de su uso.

5. Control de plagas

- Todas las puertas y cortinas deben permanecer cerradas.
- Se cuentan con dobles y triples puertas y cortinas de flujo de aire para evitar que alguna plaga ingrese a la planta.
- Si se hallan indicios de la presencia de roedores, insectos, pájaros u otras plagas, debe reportarse al supervisor de calidad.
- Las trampas para roedores nunca deben moverse de su ubicación. Asimismo, el veneno contenido dentro de las mismas nunca deberá sustraerse.

6. Normas de seguridad industrial. La empresa que se evaluó tiene un sistema de seguridad industrial que procura llevar a cabo las operaciones productivas en un ambiente seguro y saludable, a la vez que se cumple con las regulaciones gubernamentales y las directrices de la propia organización.

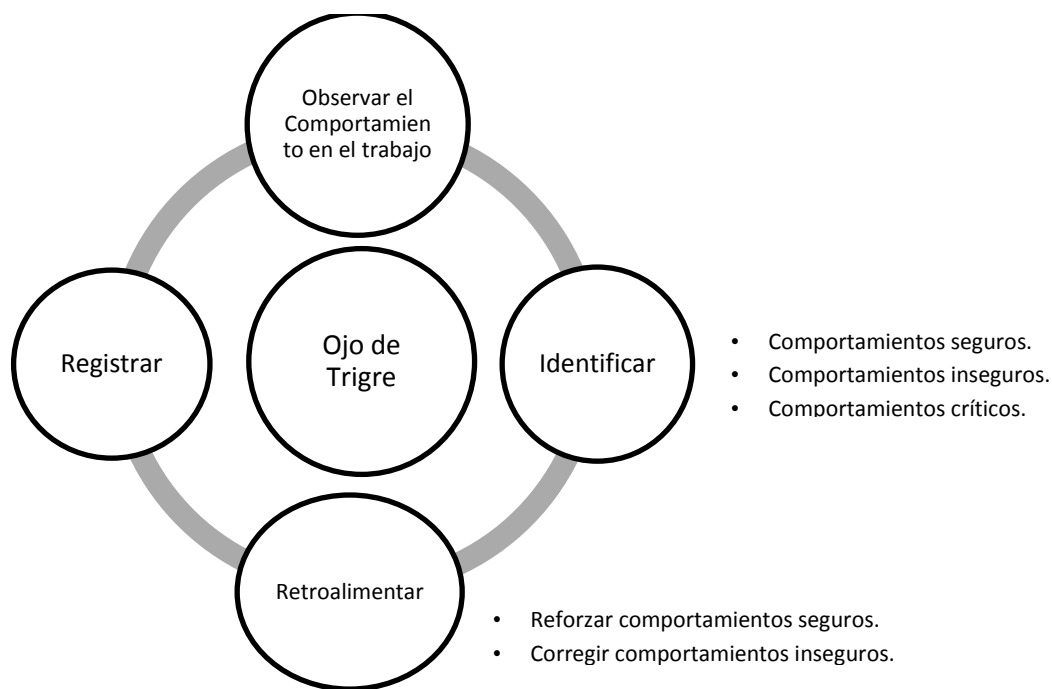
Hay un conjunto de reglas básicas que deben seguirse dentro de la planta:

- Uso obligatorio del equipo de protección personal general (lentes, tapones auditivos, casco, zapatos de seguridad) y específico según lo amerite el caso (guantes, cinturón de cargas, caretas, etc.).
- Nunca operar un equipo o maquinaria si no se está capacitado y/o autorizado para hacerlo.
- Respetar los lineamientos de los programas críticos de seguridad.

Los programas críticos de seguridad son los siguientes:

- **Bloqueo de energía:** desactivación de la energía (eléctrica, neumática) que pueda activar el equipo y a la vez lastimar a alguien. La persona que realiza el bloqueo es la única autorizada para anularlo. Para tal fin cada empleado cuenta con un candado, una quijada y una etiqueta.
- **Manejo seguro:** reglas para evitar accidentes con los montacargas. Los conductores deben portar su licencia en todo momento. Además, al manejar deben usar siempre cinturón de seguridad y nunca deben movilizarse a velocidades mayores a los 10 km. Sólo una persona debe estar en la cabina. Nunca deben manejarse un montacargas con las uñas del mismo por arriba de los 10 cm.
- **Prevención de caídas:** uso de arnés y anclaje en líneas de vida para trabajos a más de 2 m en los que el riesgo de caída es alto.
- **Protección a equipos en movimiento:** para evitar contusiones, abrasiones, cortaduras y/o amputaciones por partes en movimiento a grandes velocidades.
- **Trabajos eléctricos:** recomendaciones para evitar electrocuciones, como la ausencia de partes energizadas, circuitos y equipos aislados, interruptores bloqueados y con descarga a tierra.
- **Espacios confinados:** precauciones para evitar aprisionamiento en áreas cerradas en donde haya riesgo de asfixia, intoxicación, electrocución, explosión, fuego, aumento de la temperatura, etc.
- **Ojo de tigre:** consiste en observar el comportamiento. Se observa a las personas cuando están haciendo su trabajo para detectar áreas de mejora. El fin de Ojo de Tigre no es señalar el buen o mal comportamiento de la persona al estar realizando su trabajo, sino disminuir los riesgos a los que se encuentran expuestos. El sistema Ojo de Tigre se puede ver en la siguiente Figura:

Figura # 3: Sistema Ojo de Tigre



Cuando ocurre un accidente, se debe reportar inmediatamente al supervisor responsable del área, y no se debe mover al afectado hasta estar seguro de su condición. Asimismo, debe llamarse ayuda profesional para obtener asistencia calificada. El afectado debe ser transportado a la enfermería, o hacia un centro asistencial si la situación lo requiere. Posteriormente debe realizarse una investigación para determinar las causas que originaron el accidente con el objetivo de tomar las medidas correctivas y preventivas que permitan eliminar el riesgo que provocó el accidente.

7. Mantenimiento. En esta planta de producción de cereales existe el TPM (Mantenimiento Productivo Total). Su objetivo es establecer y definir las actividades generales de mantenimiento que se deben tomar en cuenta para el buen funcionamiento de la planta en general. Dichas actividades incluyen las rutinas de inspección y corrección y la puesta en marcha de la maquinaria y el equipo. Su realización procura mantener y alargar la vida útil de diferentes equipos y maquinarias y son realizadas por el Departamento de Mantenimiento.

Así, en la planta se cuenta con tres programas de mantenimiento: predictivo, preventivo y correctivo, desarrollados a continuación:

- Mantenimiento predictivo: es el mantenimiento periódico programado y planificado con base en monitoreo, muestreo y registro de variables y/o parámetros variables que ayudan a dar un diagnóstico del estado de los equipos. Se monitorea con el único objetivo de predecir fallas.
- Mantenimiento preventivo: es el mantenimiento realizado a los equipos para conservarlos en condiciones de operación una vez se ha detectado la posibilidad de falla al realizar el análisis de variables o parámetros.

- **Mantenimiento correctivo:** es el que se realiza a las máquinas en operación cuando ocurre una avería en las mismas sin que se haya detectado la misma con antelación. La reparación puede hacerse de forma urgente o planificada, dependiendo de cómo ésta afecta el funcionamiento del equipo.

Los mantenimientos preventivos y predictivos son parte de un programa de mantenimiento mensual que se elabora con base en el análisis de las características del equipo, el monitoreo y las especificaciones de los fabricantes. A diferencia de los otros dos tipos de mantenimiento anteriores, los correctivos se realizan cuando es requerido por alguna de las diferentes dependencias de la empresa que ha detectado el surgimiento de una avería o defecto repentinos.

Las reparaciones realizadas por el mantenimiento correctivo pueden tener naturaleza urgente (se requiere su realización inmediata) o normal (su realización puede someterse a la programación del Departamento de mantenimiento).

Asimismo, cuando se requieren acciones correctivas o de modificación a los equipos y/o instalaciones, se puede realizar una solicitud de trabajo. Éstas ocurren cuando los operarios, supervisores, o gerentes desean la ejecución de un trabajo específico. Sin embargo, para que dicho trabajo se realice, es necesaria la aprobación de distintos departamentos: calidad y efectividad de operaciones, por ejemplo. Los trabajos pueden ser ejecutados por el Departamento de mantenimiento o por una empresa contratada para tal fin.

En los programas de mantenimiento se incluyen siempre los siguientes datos: nombre del equipo, actividades que deben ejecutarse con el mismo, fecha de ejecución, frecuencia de ejecución. Cabe mencionar que las rutinas de los programas de mantenimiento se revisan periódicamente pues en ocasiones pueden ocurrir cambios y reprogramaciones.

Con esta metodología de trabajo, se busca la mayor rentabilidad económica con base en la máxima producción. Para tal fin, como se ha mencionado arriba, se calendarizan jornadas de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes de que tengan lugar. Dependiendo del equipo, este tipo de mantenimiento se realiza con base mensual, bimensual, trimestral, semestral o incluso anual.

B. Descripción del producto corrugado

El cartón ondulado o cartón corrugado es un material usado para fabricar envases y embalajes. Se compone de tres o cinco papeles; los de las dos capas exteriores son lisos y el interior o los interiores ondulados, lo que le dan a la estructura una gran resistencia mecánica.

El cartón corrugado pierde su resistencia si la onda sufre aplastamientos o quebraduras producidos por fuerzas externas.

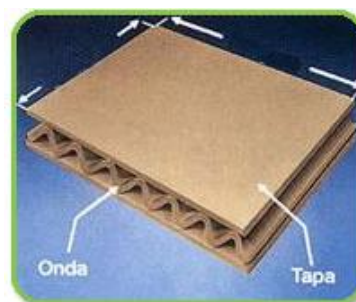
El cartón corrugado es una estructura formada por (Figura # 4 y Figura # 5):

- **Papel Onda:** nervio central de papel ondulado. Para obtener su mayor resistencia, la onda del cartón corrugado tiene que trabajar en forma vertical
- **Papeles liners o tapas:** para refuerzo externo. Es el o los elementos planos del cartón corrugado.
- **Adhesivo:** con el que se pega las crestas de la onda.

Figura # 4: Componentes de un cartón corrugado

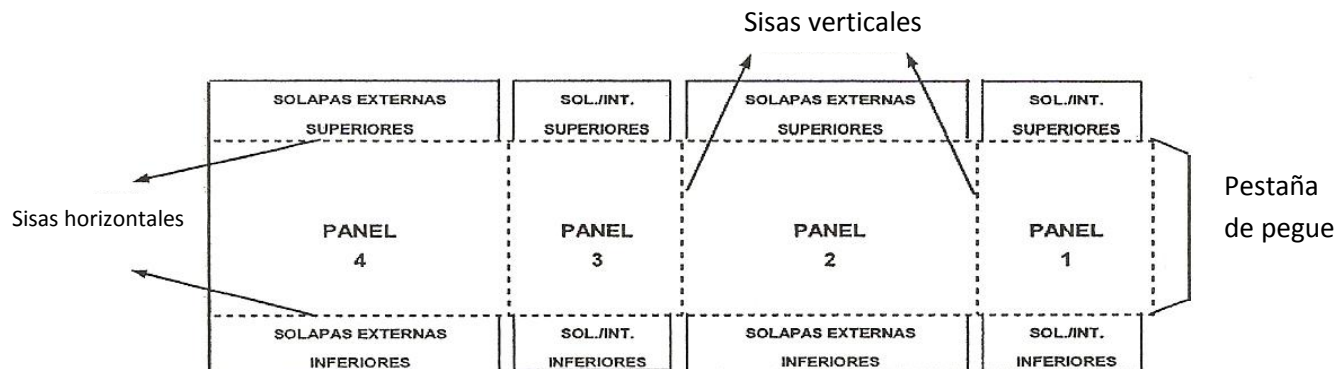


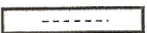
Figura # 5: Componentes de un cartón corrugado (continuación)

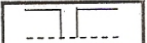


1. Diagrama de una caja de cartón corrugado desplegada

Figura # 6: Caja corrugada desplegada

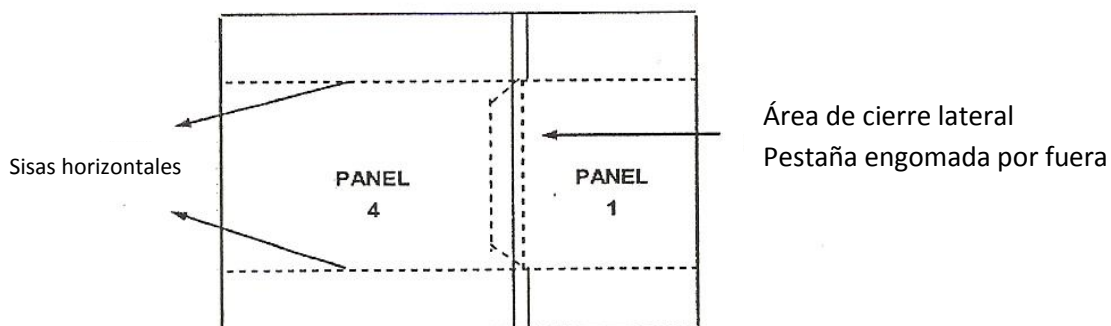


 Las sisas o endidos, están representados por una línea punteada, y son las que al plegar le dan la forma al cuerpo de la caja. Las sisas deben estar paralelas entre sí, tanto las verticales como las horizontales.

 Los saques entre las solapas se les llaman ranuras o troquelado y sirven para seccionar las solapas, estos deben terminar justo en las sisas horizontales, el rango de aceptación en el movimiento es de 3 mm, ya sea hacia afuera o hacia adentro de las sisas horizontales.

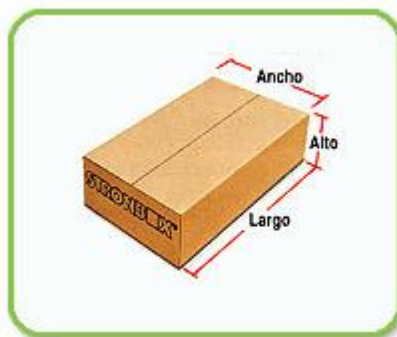
2. Diagrama de una caja corrugada con su respectivo cierre lateral

Figura # 7: Caja corrugada lateral



3. **Tamaños de corrugados.** El tamaño de corrugado, es decir el Cube Size como se utiliza la palabra en inglés, es la medida del ancho por el largo por el alto del mismo en pulgadas.

Figura # 8: Dimensiones del corrugado



En la empresa de cereales se manejan seis tamaños de corrugados, es decir, seis Cube Sizes diferentes que se muestran en la Tabla # 5. Por lo tanto, cada línea del área de empaque trabaja diferente Cube Size, siendo la línea 1 la única que puede trabajar el tamaño más grande, el Cube Size de 427.

Tabla # 5: Precio unitario de cada Cube Size

Cube Size	Precio Corrugado por unidad en \$	Línea
134	0.6790	2, 4
226	0.8690	1, 2
330	0.8640	1, 2
427	1.0280	1
Individual	0.2913	3
Sachet	0.7511	3

C. Descripción de los defectos en los corrugados

En la empresa de cereales, el departamento de calidad ha clasificado los defectos en los materiales en tres tipos:

1. **Defecto A.** Defecto ligero, que difícilmente notará el consumidor. No afecta la decisión de compra, la forma del paquete, ni la protección al producto.
2. **Defecto B.** El consumidor sí detecta este tipo de defecto, pero no es tan grave como para afectar su decisión de compra. Por ejemplo, pequeñas manchas de tinta, raspaduras notorias por banda, entre otros.
3. **Defecto C.** Defecto crítico, fácilmente detectado por el consumidor, puede causar insatisfacción y/o rechazo al producto. Estos corrugados deben ser separados para reempaques o destrucción.

D. Tipos de defectos

Las cajas corrugadas pueden tener varios defectos, sin embargo en esta planta de cereales sólo se toman determinados defectos en consideración:

1. Color fuera de especificaciones.
2. Manchas de tinta.
3. Paquete dañado.
4. Paquete picado.
5. Sellado de corrugado débil.
6. Poca goma.

1. **Color fuera de especificaciones.** El color del corrugado es claramente diferente del especificado o no es consistente. Se presenta en intensidad B o C únicamente.

- B: el color puede ser más oscuro o más claro que el estándar.
- C: los colores son totalmente diferentes a los especificados o bien hay una notoria diferencia de colores en el mismo corrugado.

2. **Manchas de tinta.** Manchas de tinta en la parte externa del corrugado que son notorias, tinta escurrida, salpicaduras de tinta, etc.

Se presenta en intensidad A, B o C dependiendo del tamaño y la cantidad de manchas presentes.

- A: manchas claras de no más de 0.5 pulgadas.

- B: manchas de algún color extraño al diseño con un tamaño de 1.1 – 2.0 pulgadas.
- C: manchas oscuras mayores a 2.0 pulgadas. Que afectan la decisión de compra por parte del consumidor.

3. Paquete dañado. El paquete se encuentra deformado, como si se hubiera golpeado al caer o si lo hubiera comprimido algún otro objeto.

Se presenta en intensidad A, B o C.

- A: ligeramente deforme, provocado por daño menor o esquinas un poco aplastadas.
- B: moderadamente deforme con esquinas o solapas muy aplastadas.
- C: paquete totalmente deformado, a tal punto que puede afectar la integridad del producto.

4. Empaque picado. Este se define como presencia de agujeros en el corrugado. El tamaño de los agujeros puede variar, pero el defecto siempre se considera crítico.

Se presenta en intensidad C únicamente.

- C: el corrugado tiene agujeros pequeño, medianos o grandes.

5. Sellado de corrugado débil. Puede deberse a la falta de goma, goma fría o a un disparo de goma corto, lo que afecta la integridad del corrugado y hace que se abra al momento de introducir los plegadizos.

Se presenta en intensidad A, B o C.

- A: el corrugado parece estar bien sellado, sin embargo se abre con facilidad debido a que se aplicó poca goma o bien se presenta goma fría.
- B: cuando la mitad de la solapa se encuentra débilmente pegada abriéndose con gran facilidad.
- C: las solapas superior, inferior o sello lateral están completamente despegados, afectando la integridad del producto.

6. Poca goma. El disparo de goma fue muy corto de tiempo, por lo que la cantidad de goma para sellar las solapas no es suficiente.

Se presenta en intensidad A o B únicamente.

- A: poca goma en la solapa y si hay desgarre en el cartón.
- B: poca goma en la solapa y no hay desgarre.

V. METODOLOGÍA

La metodología que se usó para poder llevar a cabo la recopilación de datos e interpretación de datos fue la siguiente:

1. Recopilar información histórica. Este paso consistió en determinar cuántos corrugados en promedio salen dañados al final del día. Todos los días, los operarios de las líneas de empaque anotan en los reportes de turno cuántos corrugados se desperdiciaron en su turno, entonces este dato fue el que se tomó en cuenta.
2. Se comparó el dato anterior con la cantidad de corrugados despachados por turno para determinar el porcentaje que equivale los corrugados dañados del total de los corrugados enviados a bodega para ser despachados en cada turno. (Tabla # 24, Tabla # 27 y Tabla # 30)
3. Se cuantificaron las pérdidas monetarias utilizando los datos históricos. Para ello se utilizó hojas electrónicas de Excel (Tabla # 23).
4. Se hizo un formato para cuantificar los corrugados dañados, así mismo, se especificó qué tipo de defecto se encuentra. Al inicio se usó el formato de la Figura # 34, pero luego con retroalimentación de los operarios se modificó y se usó el formato de la Figura # 35.
5. El formato se colocó dentro de planta para que los operarios pudieran cuantificar los defectos en los corrugados y clasificar el defecto.
6. Cada día se revisó el reporte de los corrugados que se colocó dentro de planta. Se revisaba el reporte del día anterior para poder tabular los datos.
7. Se entró a planta para revisar que se estuvieran tomando los datos de manera correcta. Para ello, se les preguntaba a los operarios si entendían cómo llenar los formatos o si se recordaban del procedimiento para llenarlos. Con esto se pudo comprobar si la información aportada por ellos concordaba con lo que en realidad ocurre en planta.
8. Se capacitó a los operarios de las líneas de empaque constantemente para que llenaran de manera adecuada los formatos.
9. Se ingresó a planta para comprobar que los datos recopilados concordaran con lo que en realidad ocurre en el piso.
10. Luego de tener los datos necesarios, se identificó cuáles eran las mayores causas de los defectos en los corrugados y se prosiguió a crear un plan para atacar cada causa.

11. Luego de tabular los datos, se identificaron los diferentes puntos en el área de empaque que provocaron defectos a los corrugados o que los dañaran. Para ello se propusieron soluciones a todos los problemas encontrados. Además, se determinó el costo de cada solución.
12. Realizar un análisis costo-beneficio de las diferentes soluciones propuestas. Para esto se hizo una Tabla que contiene los siguientes incisos:
 - a. Total de pérdidas en corrugados: es la cantidad de dinero que se pierde trimestralmente por corrugados dañados en total.
 - b. Porcentaje que representa este problema: porcentaje que representa cada daño del total de corrugados malos obtenidos del estudio de campo.
 - c. Pérdidas causadas por este problema: cantidad de dinero perdida trimestralmente que representa cada problema.
 - d. Costo del proyecto de mejora: cantidad de dinero necesaria para llevar a cabo la solución propuesta.
 - e. TMAR (tasa mínima atractiva de retorno): porcentaje de retorno mínimo para que una inversión sea atractiva. Este valor es de un 10% anual (dato proporcionado por la empresa de cereales).
 - f. Tiempo de recuperación de inversión: tiempo total en el que la empresa recuperará la cantidad de dinero invertida en el proyecto de mejora, mediante la reducción de desperdicios. Después de este tiempo, la empresa dejará de perder la cantidad de dinero perdida trimestralmente por cada problema. El dato se presenta en la Tabla como meses.

VI. ANÁLISIS DE DATOS

A. Recopilación de datos históricos

En esta empresa de cereales se cuenta con un programa de generación de ideas, el cual consiste en ejecutar proyectos de ahorro, mejora continua y optimización de los recursos en la planta. Por lo tanto, se hace una lluvia de ideas con estas propuestas. Luego se evalúan los proyectos para determinar los diez mejores, se realiza el presupuesto de los proyectos escogidos para poder determinar si son factibles ponerlos en ejecución y por último se ejecutan.

De este programa surgió una propuesta de mejora en el área de empaque ya que hay muchos cartones corrugados dañados. Para poder comprobar esta idea, se recopiló información histórica para determinar la cantidad de corrugados dañados que había por día de producción (Tabla # 24, Tabla # 27 y Tabla # 30). Este valor anotado en los reportes de producción fue útil para determinar el porcentaje que representaba este daño de la producción diaria. Entonces se obtuvieron porcentajes, sin embargo, estos no eran valores significativos como se puede observar en el extracto de la Tabla.

Tabla # 6: Extracto de Tabla de resultados

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL	Utilizados	
01/03/2009	T1	589	3,241	14	49	3,290	1.51%
	T2	193		1			
	T3	2,459		34			

A pesar que el porcentaje obtenido fue un valor muy pequeño, el valor monetario en pérdidas por cada corrugado sí fue grande. Esto se podrá observar en la siguiente sección.

B. Determinación de las pérdidas monetarias en corrugados

Para determinar las pérdidas monetarias, se utilizaron hojas electrónicas de Excel. En los formatos elaborados (Tabla # 23) se ingresó la cantidad de corrugados dañados y este valor se multiplicó por su precio individual para poder determinar el total en dólares de desperdicio.

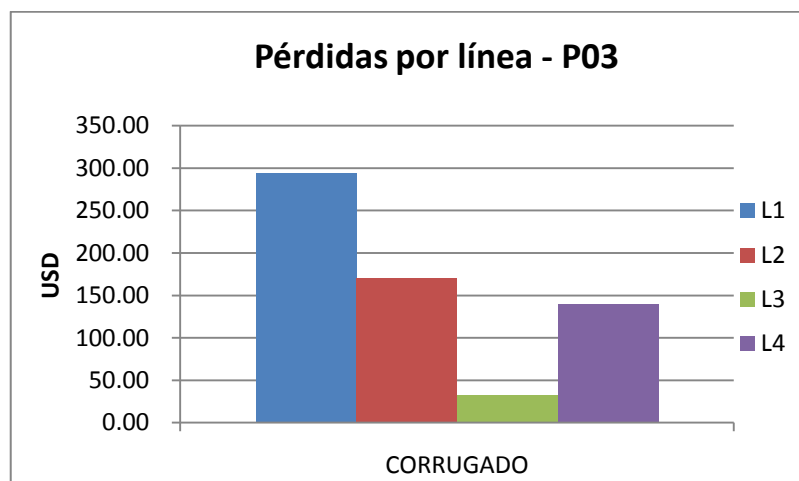
A continuación se muestran Tablas de resúmenes de tres meses, conocidos como períodos en la empresa. Los datos de estos períodos se tomaron como referencia para poder determinar la cantidad de corrugados dañados y sus respectivas pérdidas. Estas Tablas tienen la cantidad de corrugados dañados por línea y la pérdida total en dólares que representan esos corrugados dañados.

1. Período 03

Tabla # 7: Pérdidas del período 03

	Cantidad corrugados dañados	Pérdida total (US\$)
L 1	320	294.45
L 2	225	170.06
L 3	103	32.76
L 4	206	139.87
TOTAL	854	637.14

Figura # 9: Pérdidas monetarias del período 03

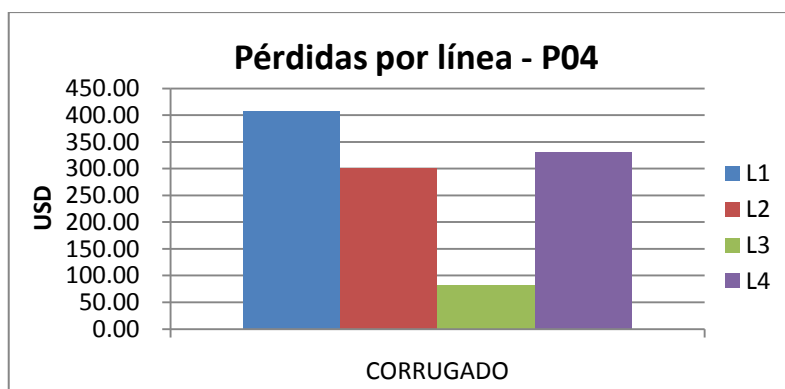


2. Período 04

Tabla # 8: Pérdidas del período 04

	Cantidad corrugados dañados	Pérdida total (US\$)
L 1	445	406.99
L 2	388	300.04
L 3	267	81.00
L 4	488	331.35
TOTAL	1,588	1,119.37

Figura # 10: Pérdidas monetarias del período 04

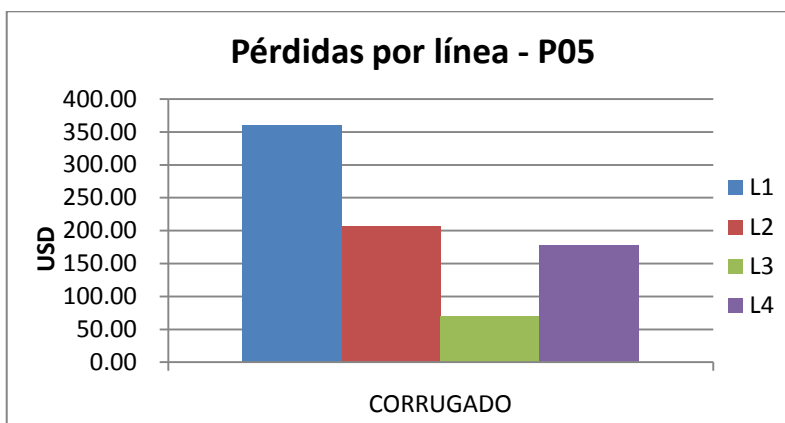


3. Período 05

Tabla # 9: Pérdidas del período 05

	Cantidad corrugados dañados	Pérdida total (US\$)
L 1	392	360.54
L 2	343	207.04
L 3	186	70.46
L 4	261	177.22
TOTAL	1,182	815.26

Figura # 11: Pérdidas monetarias del período 05



4. Pérdidas totales

Tabla # 10: Total de pérdidas monetarias

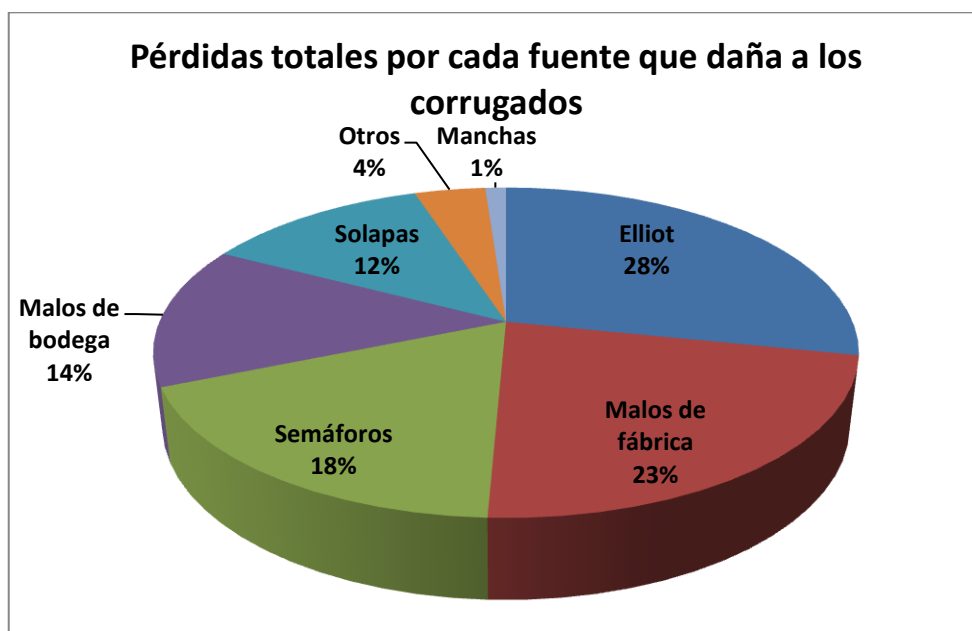
	Pérdida total (US\$)	Pérdida total (Q)
Período 03	637.14	5,291.54
Período 04	1,119.37	9,296.52
Período 05	815.26	6,770.85
TOTAL	2,571.77	21,358.91

5. Pérdidas totales por cada fuente que daña los corrugados

Tabla # 11: Pérdidas totales por cada fuente que daña los corrugados

	Cantidad de corrugados	Porcentaje que representa	Pérdidas
Elliot	1023	28%	Q6,029.29
Malos de fábrica	814	22%	Q4,797.50
Semáforos	655	18%	Q3,860.40
Malos de bodega	504	13%	Q2,970.44
Solapas	446	12%	Q2,628.61
Otros	141	4%	Q831.02
Manchas	41	1%	Q241.64
TOTALES	3,624	100%	Q21,358.91

Figura # 12: Pérdidas totales por cada fuente que daña a los corrugados



C. Determinación de posibles causas en corrugados

Luego de recopilar datos históricos, se procedió a localizar los focos puntuales en el área de empaque que pudieran estar dañando a los corrugados. Para ello se llegó a la conclusión que hay varias fuentes de los defectos en los corrugados:

1. Elliot.
2. Defectos de fábrica.
3. Semáforos.
4. Defectos de bodega.
5. Otros.

VII. ANÁLISIS DE POSIBLES CAUSAS

Los datos presentados en la Tabla # 12 se obtuvieron al recopilar la información que los operarios de cada línea de empaque anotaron en los formatos que fueron colocados dentro de la planta. Esta Tabla muestra la cantidad de corrugados dañados por defecto o problema encontrado dentro de la línea de empaque. Los datos se recopilaron durante tres meses o períodos.

Tabla # 12: Datos recopilados de los formatos

	P03	P04	P05	TOTAL	TOTAL de DEFECTOS
Elliot					
Exceso de goma	47	15	9	71	1023
Hilos de goma	7	3	8	18	
Goma fría	0	10	2	12	
Goma escurrida	10	4	8	22	
Bota corrugados	27	75	61	163	
Apacha	129	255	150	534	
Disparo de máquina	57	84	62	203	
Solapas					
Solapas abiertas	54	46	52	152	446
Solapas mal pegadas	67	120	45	232	
Solapas desalineadas	10	45	7	62	
Semáforos					
Hundimiento en esquinas	68	73	57	198	655
Hundimiento en cara	44	76	81	201	
Corrugados rasgados	100	96	60	256	
Defectos					
Malos de fábrica	281	368	165	814	814
Malos de bodega	157	186	161	504	504
Manchas					
Manchas de tinta	9	13	17	39	41
Manchas de grasa	0	0	0	0	
Manchas de otro tipo	1	1	0	2	
Otros					
Salwasser	4	11	4	19	141
Tolva	2	1	1	4	
Apachados por banda	20	21	23	64	
No especifica	20	15	19	54	

La siguiente Tabla muestra los valores obtenidos del estudio de campo, especificando la cantidad de corrugados con defectos C por área y el porcentaje que representa cada valor.

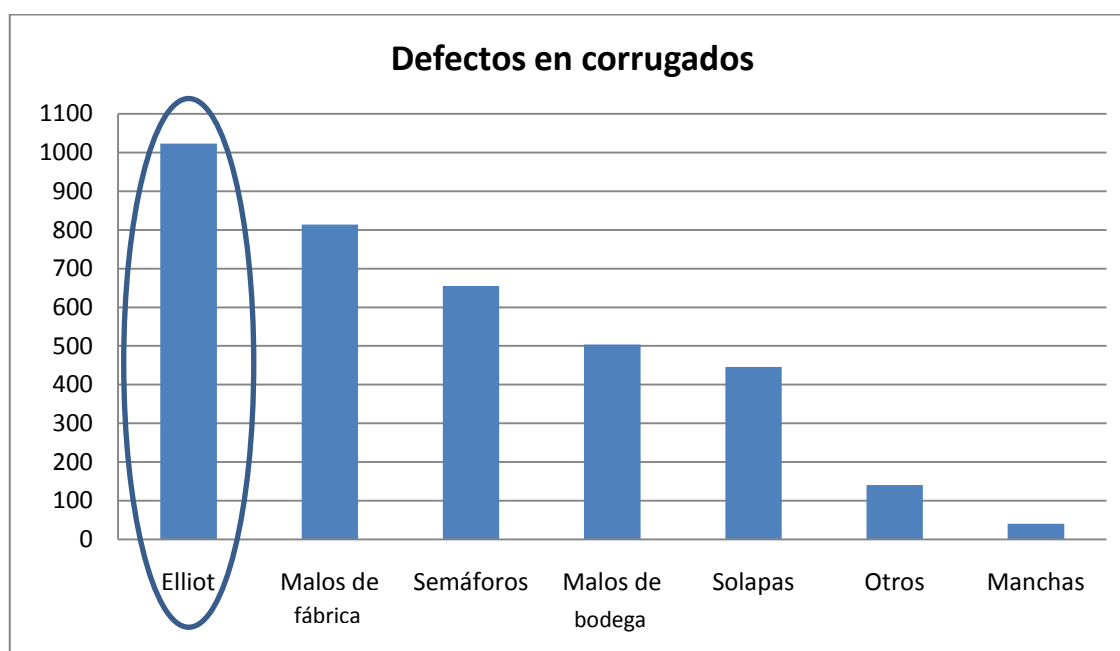
Tabla # 13: Cantidad de corrugados dañados y sus porcentajes en cada período

	P03		P04		P05	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Elliot	199	23%	467	29%	357	30%
Malos de fábrica	232	27%	385	24%	197	17%
Semáforos	164	19%	255	16%	236	20%
Malos de bodega	117	14%	195	12%	192	16%
Solapas	101	12%	221	14%	124	10%
Otros	35	4%	50	3%	56	5%
Manchas	6	1%	15	1%	20	2%
TOTALES	854	100%	1,588	100%	1,182	100%

Tabla # 14: Defectos totales en corrugados y el porcentaje que representan

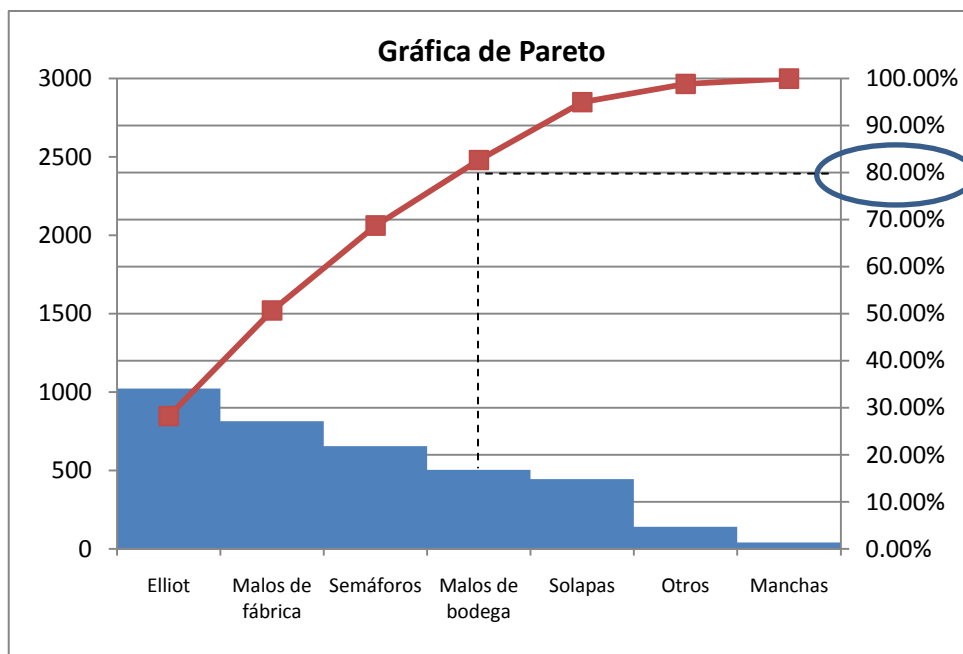
	Cantidad de corrugados	Porcentaje
Elliot	1,023	28.23%
Malos de fábrica	814	22.46%
Semáforos	655	18.07%
Malos de bodega	504	13.91%
Solapas	446	12.31%
Otros	141	3.89%
Manchas	41	1.13%
TOTAL	3,624	100%

Gráfica # 1: Defectos totales en corrugados



La Gráfica # 1 muestra la cantidad de corrugados dañados en total, es decir, luego de los tres meses de estudio de campo, y sus defectos. Con estos mismos datos se realizó una gráfica de Pareto. Luego de elaborar dicha gráfica, se puede ver que el 80% de los daños a los corrugados lo provoca la máquina Elliot, los defectos de fábrica y los semáforos que también contribuyen al alto nivel de desperdicio. Sin embargo, entre el 20% de defectos en corrugados están la bodega de producto terminado, las solapas, algunos corrugados manchados, entre otros defectos C.

Gráfica # 2: Gráfica de Pareto de los defectos en los corrugados



VIII. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

A. Máquina Elliot

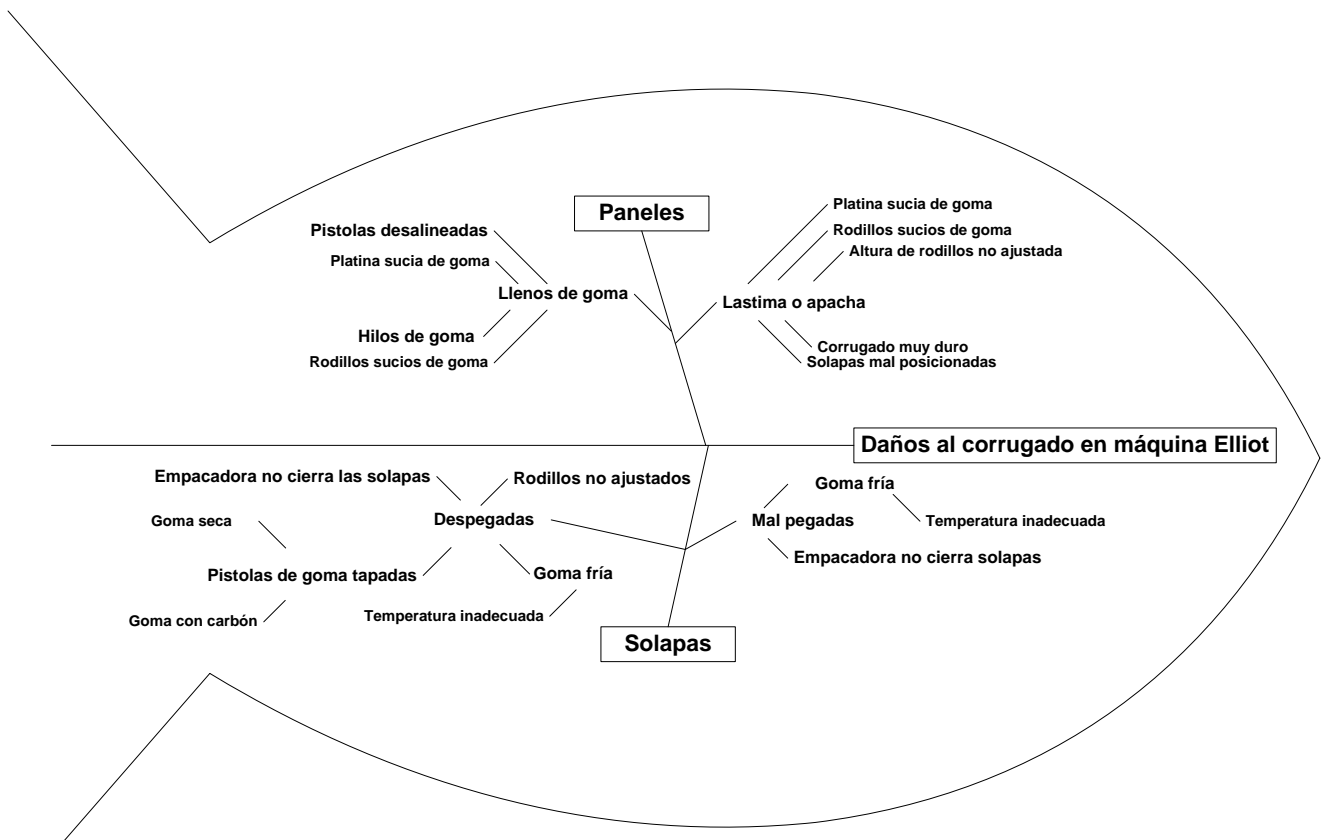
La máquina Elliot es la encargada de cerrar las cajas corrugadas al colocar goma líquida sobre sus solapas mediante pistolas de goma. Esta máquina cierra las solapas de abajo y también las solapas de arriba del corrugado. Utiliza un garfio para empujar las solapas internas en su posición y utiliza platinas y rodillos para el transporte del corrugado.

Los problemas que ocasiona esta máquina y que se analizarán son:

1. Los rodillos de la Elliot se ensucian de goma y las cajas se pegan a ellos.
2. El garfio de Elliot hace que las solapas internas no estén posicionadas en el lugar correcto.
3. Solapas mal pegadas o despegadas.
4. Bota corrugados y los apacha, por lo tanto, se rasgan.
5. Tanque Nordson

A continuación se muestra un diagrama causa y efecto de los problemas que pueden ocurrir con la máquina Elliot y que daña a los cartones corrugados. Este diagrama desglosa la información anteriormente citada y muestra las causas de los diferentes problemas.

Diagrama # 3: Causa y efecto de la máquina Elliot



1. Problema # 1

Problema

Los rodillos de la Elliot se ensucian de goma y se pegan a la caja.

Descripción del problema

Los rodillos de la máquina Elliot son los encargados de ejercer presión sobre los corrugados para que éstos se cierren luego de habérseles colocado el pegamento líquido. Ya sea los rodillos de arriba como los de debajo de la máquina se pueden ensuciar. Esto ocurre debido a que los corrugados que llevan las solapas mal posicionadas y sí tienen goma, ensucian los rodillos. Por otra parte, ocurre porque las pistolas de goma no están posicionadas correctamente haciendo que los disparos de goma sean en una posición inadecuada. Debido a esto, los corrugados muchas veces se quedan adheridos a los rodillos, se despegan sus solapas y se arruina el material.

Soluciones

Para solucionar este problema, se recomienda verificar el estado de los rodillos al inicio de cada turno y si estos tienen pegamento, se deben limpiar utilizando una espátula. Además de esto se debe revisar que las pistolas de goma de la máquina Elliot estén apuntando en la dirección adecuada, de modo que el pegamento caiga sobre las solapas y no en alguna posición inadecuada.

Costo de solución

Solucionar este problema no tendrá ningún costo ya que el operario al iniciar su turno debe de verificar el estado de los rodillos de la máquina, al igual que la dirección a la que apuntan las pistolas de goma. La operación de limpiar los rodillos debe de hacer utilizando una espátula o sino un chuchillo sin punta, el cual es parte de las herramientas que utiliza la persona durante su turno. Por otra parte, colocar en la posición adecuada a las pistolas de goma lo debe hacer con ajustes a las mismas.

2. Problema # 2

Problema

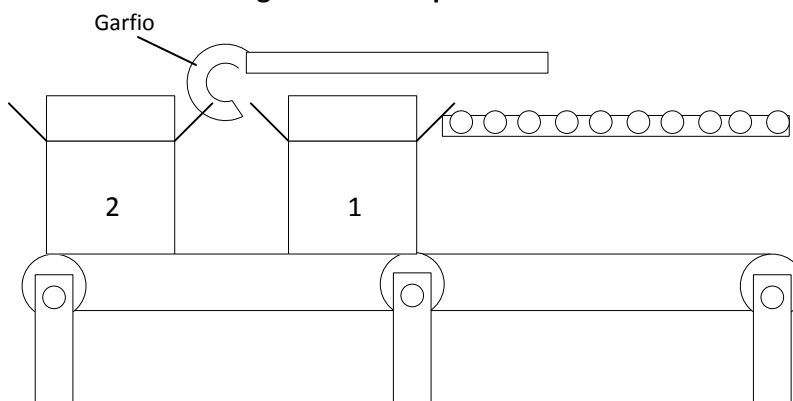
El garfio de Elliot provoca que las solapas internas del corrugado se abran aún más. Con esto, el corrugado 1 tiene la solapa interna fuera de posición y el corrugado 2 cuando sale de la máquina, tiene la solapa interna fuera de posición o rota.

Descripción del problema

Al llegar los corrugados a la entrada de la Elliot, deben esperar un momento antes de poder seguir moviéndose. El corrugado se mueve con la ayuda de unos rodillos y al llegar a cierto punto, la primera solapa interna superior se cierra con ayuda de unos rodillos y un garfio se acciona, el cual sirve para doblar la otra solapa interna superior hacia adentro.

El garfio de la máquina ayuda a que las solapas internas de los corrugados se doblen hacia adentro y no estén abiertas como se muestra en la Figura # 13. Al no estar en la posición adecuada, la solapa del corrugado 1 queda fuera de posición cuando se cierra el corrugado. El problema con el corrugado 2 es que el garfio baja aún más la solapa interna derecha. Al hacer esto, la solapa se queda más abierta y al momento en que llega a los rodillos, esta solapa se enreda entre los rodillos haciendo que el corrugado se atasque y no pueda moverse. Por lo tanto, este corrugado debe de sacarse de la máquina arrancándolo, de modo que se vuelve inservible y es otro desperdicio.

Figura # 13: Máquina Elliot



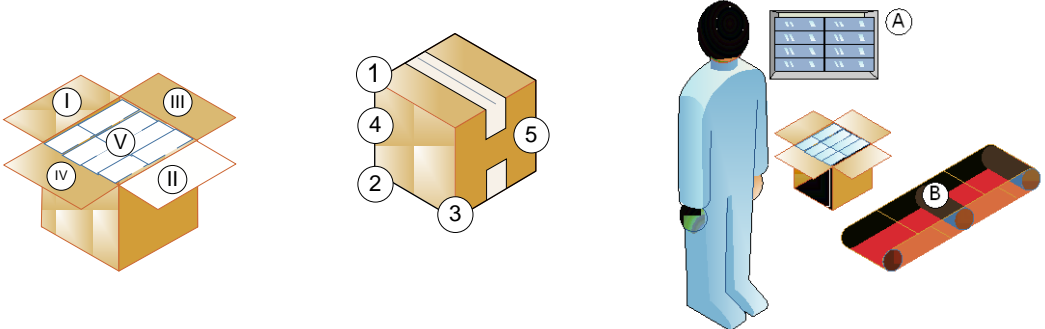
Soluciones

Para solucionar este problema la empacadora debe doblar las solapas del corrugado antes de encaminarlas en la banda de transporte. De esta manera, la solapa del corrugado 2 no irá en la posición mostrada de la Figura # 13 y no tendrá que ser reempacado por el pegamento que tenga en sus solapas. Además de esto, el corrugado 1 irá bien cerrado y no habrá problema alguno con sus solapas.

Costo de solución

Para solucionar este problema se debe capacitar a la empacadora para que doble las cuatro solapas del corrugado y por lo tanto no se incurrirá en ningún costo. Esta capacitación debe ser constante para que la persona haga de manera correcta el procedimiento. El diagrama bimanual de esta operación será el siguiente:

Diagrama # 4: Diagrama bimanual para la actividad de doblar las solapas del corrugado

Operación:		Diagrama del proceso bimanual para la actividad de doblar las solapas del corrugado.											
Dibujo:													
	Mano izquierda	Operación	Transporte	Sostener	Demora		Operación	Transporte	Sostener	Demora	Mano derecha		
1	Descansar	○	⇨	▽	●		○	⇨	▽	●	Descansar		
2	Ir a A	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Ir a A		
3	Preposicionar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Preposicionar		
4	Tomar corrugado en 4	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Tomar corrugado en 5		
5	Levantar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Levantar		
6	Llevar a B	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Llevar a B		
7	Posicionar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Posicionar		
8	Llevar a I	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Llevar a II		
9	Posicionar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Posicionar		
10	Llevar a V	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Llevar a V		
11	Soltar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Soltar		
12	Llevar a IV	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Llevar a III		
13	Posicionar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Posicionar		
14	Llevar a V	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Llevar a V		
15	Soltar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Soltar		
	Repetir pasos 2 a 15 con el siguiente corrugado	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Repetir pasos 2 a 15 con el siguiente corrugado		

3. Problema # 3

Problema

Solapas mal pegadas o despegadas.

Descripción del problema

Muchos corrugados salen de la Elliot con la solapa superior interna despegada, es decir, no se logra introducir en el espacio que le corresponde. Debido a que esta solapa queda fuera de su lugar, al momento que se disparan las pistolas de goma, el pegamento líquido caliente cae sobre las solapas de la caja plegadiza en lugar de caer sobre la solapa del corrugado que quedó fuera de posición.

Este tipo de error provoca una merma tanto en cartón corrugado como en cajas plegadizas, porque las cajas plegadizas se llenan de goma y por lo tanto debe reempacarse la bolsa de cereal en una caja plegadiza nueva. Por otra parte, el cartón corrugado puede volverse a utilizar, una vez esté en perfectas condiciones.

Otra causa de por qué las solapas no se pegan correctamente, es debido a que los rodillos de soporte que deben ejercer presión sobre el corrugado, están muy elevados. A razón de esto, al corrugado no se le somete la suficiente fuerza proporcionada por los rodillos y no se logran pegar las solapas.

Las solapas despegadas también se pueden deber a la goma fría, es decir, el pegamento en el tanque Nordson no está lo suficientemente caliente como para pegar las solapas. Al momento que se dispara el pegamento y éste no está muy caliente, cuando llega a los rodillos que ejercen la presión para cerrar las solapas, el pegamento está frío y por lo tanto no pega las solapas.

Por otra parte, las solapas del corrugado no se pegan debido a que las pistolas de la Elliot están tapadas. Esto se puede deber a que las boquillas tienen pegamento endurecido porque no se usó la máquina o se puede deber al tipo de pegamento que utiliza el tanque Nordson. El pegamento tiene mucho carbón que en el fondo del tanque hay mucho residuo de carbón. Al momento de haber un bajo nivel de pegamento las boquillas se tapan por el carbón.

Soluciones

Para solucionar esto, las empacadoras de las líneas de empaque deben doblar las solapas del corrugado manualmente media vez el corrugado haya sido colocado sobre la banda transportadora que lleva el corrugado a la Elliot. Al no estar dobladas las solapas, el corrugado no se dobla de manera correcta en la máquina y por lo tanto, no se cierra bien. Por lo tanto se debe capacitar a la empacadora y utilizar el diagrama bimanual # 4.

Para que los rodillos puedan hacer su labor correctamente, el de ejercer presión sobre las solapas de los corrugados para que éstas se peguen, se debe hacer ajustes hasta llegar al punto en que los rodillos presionen el corrugado, sin que el producto se quede atascado entre los rodillos. Estos ajustes se deben hacer cada vez que haya cambio de tamaño de corrugado en las líneas de empaque. Aunque no haya cambio de tamaño de corrugado, el operario, de igual manera, debe verificar si los rodillos están a la altura adecuada, de no ser así, debe ajustarlos.

Para solucionar el problema de la goma fría se debe ajustar la temperatura en el tanque Nordson en caso que ésta no sea de 350°F. Colocar esta temperatura en el tanque requerirá de ajustes al mismo. El operador deberá, por lo tanto, revisar la temperatura del tanque antes de iniciar su turno.

Para destapar las boquillas de pegamento de la Elliot se puede utilizar un destapador de boquillas que se tendría a la mano cuando sea necesario. Además, este producto es de metal por lo que sí es permitido contar con él dentro de las instalaciones de la planta.

Por otra parte, para poder eliminar los residuos de carbón en el tanque Nordson, se debe limpiar todo el sistema, dejando drenar el pegamento líquido. Este mantenimiento es preferible si se hace mensualmente para retirar el residuo de pegamento carbonizado.

Costo de solución

a) Costo de doblar de manera adecuada las solapas

Para solucionar la primera causa de este problema, no se incurrirá en ningún costo, ya que sólo se debe capacitar a las empacadoras para que cumplan con el procedimiento de manera adecuada de doblar las solapas del corrugado.

b) Ajustar rodillos

Para solucionar la segunda causa, no se incurrirá en ningún gasto, ya que sólo se deben de hacer ajustes a los rodillos para lograr una posición adecuada al momento de cambiar de Cube Size. Los ajustes a los rodillos los debe realizar el operador de cada línea de empaque.

c) Goma fría

No se incurrirá en ningún gasto ajustar la temperatura del tanque Nordson, ya que sólo se necesitarán ajustes por parte del operador al inicio de cada turno, en caso sea necesario.

d) Destapar boquillas de Elliot

Para poder destapar las boquillas de la Elliot al momento que se tapan, se deberá utilizar un destapador de boquillas, el cual tiene un costo de Q.20.00. Esta herramienta deberá ser colocada

en cada línea de empaque para que el operario la tenga a la mano cuando sea necesaria, por lo tanto el costo en total sería de Q.80.00, es decir, cuatro destapadores de boquillas, uno para cada línea de empaque.

Si los operarios tienen esta pequeña herramienta, ya no se necesitará llamar a los mecánicos para que destapen las boquillas y por lo tanto, se tendrá más tiempo productivo. Actualmente, el equipo de mantenimiento o una empresa contratada debe realizar la operación de destapar las pistolas. Por otra parte, para poder solucionar el problema del carbón en las boquillas se deberá ver el problema # 5 y el costo de su solución.

Figura # 14: Destapador de boquillas.



4. Problema # 4

Problema

Bota corrugados y los apacha, por lo tanto, se rasgan.

Descripción del problema

La máquina Elliot bota los corrugados debido a que a veces estos son de un cartón demasiado duro que al momento de que los rodillos van a doblar las solapas, éstas no se doblan y se caen los corrugados. Cuando los corrugados se caen, los corrugados de atrás empiezan a empujar a este corrugado hasta que la empacadora se da cuenta de esto y avisa al operador. Al momento de darse cuenta la empacadora, muchos corrugados ya fueron dañados. Por otra parte, al ocurrir este error los plegadizos que lleva dentro el corrugado, también se dañan.

Debido a que el material corrugado es muy duro, al momento que llega a los rodillos, el corrugado con producto se empieza a inclinar hasta que se cae por completo. Los corrugados que vienen detrás de este corrugado, se empiezan a trabar y no fluye el producto en la máquina Elliot. El operario debe quitar todos estos corrugados y al momento de hacerlo debe romper las cajas ya que no se pueden retirar de otra manera. Por lo tanto, se arruina el cartón corrugado y el producto plegadizo.

Otro factor que contribuye a que los corrugados se dañen en la Elliot, es que los disparos de goma no están bien ajustados o están tapados. Si están mal ajustadas las pistolas cuando se disparan, se da un disparo de goma fuera de lugar y se ensucian no sólo las partes de la máquina Elliot sino también los paneles del corrugado. Además, la platina por donde se transporta el corrugado, puede llegar a ensuciarse por mucho pegamento, ya que las pistolas gotean adhesivo, haciendo que el corrugado no se pueda desplazar de manera correcta.

Al llenarse las platinas de goma, el corrugado no puede moverse y se empieza a inclinar hasta caerse. Es por ello que se sufre un daño y provoca que los corrugados que vienen atrás de éste también se arruinen.

Soluciones

Para poder solucionar el problema con la solapa, se le debería avisar al proveedor acerca de este problema, sin embargo, el grueso del material corrugado ayuda a que el contenido, es decir, los paquetes plegadizos no sufran algún daño al momento de transportarlos. Entonces el problema se puede solucionar si la empacadora realiza de manera correcta el procedimiento de doblar las solapas del corrugado. De esta manera, las solapas no estarían tan rígidas al llegar a los rodillos, facilitando de esta manera su cierre.

Al revisar la dirección a la que apuntan las pistolas y hacerle los ajustes necesarios, se evitará que se desperdicie pegamento porque la pistola no disparará en otra dirección. Asimismo, no saldrán corrugados con las solapas abiertas porque no llevan pegamento, y no habrá corrugados con exceso de pegamento.

Por otro lado, para solucionar el problema con la platina llena de pegamento, se debe de revisar al inicio de cada turno la dirección que tienen las pistolas de goma para que así los disparos de las mismas sean en la dirección correcta y no ensucien el área de transporte del corrugado.

Costo de solución

a) Costo de solucionar el problema con la solapa

Solucionar este problema no requiere de ningún costo o de alguna inversión, ya que la empacadora es la que debe de realizar correctamente su trabajo y para ello deberá recibir capacitaciones para que pueda prevenir este tipo de daño a los corrugados. Así también, deberá darse seguimiento para que no siga ocurriendo este tipo de defectos y por lo tanto se hará más productiva el área de empaque al eliminar corrugados para reprocesar. El diagrama bimanual # 4, el cual se utilizará para solucionar los problemas # 2 y 3, también servirá para solucionar este problema.

b) Costo de solucionar problema con pistolas de goma

Para solucionar el problema con las pistolas de goma, no se incurrirá en ningún gasto ya que sólo se debe de revisar al inicio y a la mitad de cada turno la dirección a la que apuntan las pistolas. Para tal fin se requerirán de simples ajustes a la máquina Elliot por parte del operador de turno.

5. Problema # 5

Problema

Tanque Nordson

Descripción del problema

El tanque Nordson es un tanque que se encuentra a la par de la máquina Elliot y almacena el pegamento líquido que esta máquina utiliza para cerrar las solapas de las cajas corrugadas (Figura # 15). Este tanque tiene capacidad para almacenar 10 kilos de pegamento líquido. Debido a que esta máquina está localizada atrás de la Elliot, es muy difícil llegar a ella.

El operador va al tanque cuando está cerca del área y lo llena o sino, abandona su puesto para ir a revisar el nivel de pegamento. Este tanque tiene una luz amarilla a un costado que indica cuándo el pegamento ha llegado a su nivel mínimo, sin embargo, esta luz no la puede observar el operador debido a la posición en donde se encuentra el tanque.

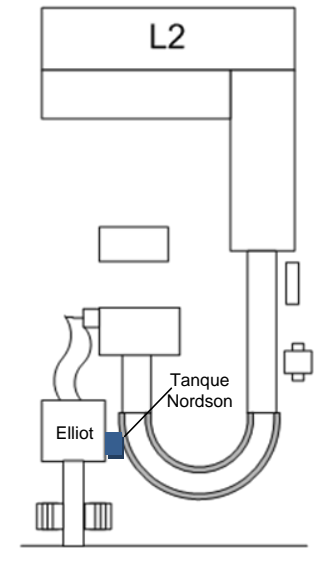
Entonces para que el tanque nunca llegue a su nivel mínimo, el operador visita muchas veces el tanque para abastecerlo de pegamento. Debido a que el pegamento tiene mucho carbón, al momento en que el nivel de goma en el tanque es muy bajo, las boquillas se tapan por el carbón y no disparan pegamento, por lo tanto no se pegan las solapas.

El operador se encarga de abastecer el tanque constantemente, incluso aunque no tenga un nivel bajo, de modo que nunca se lleguen a tapar las boquillas de la pistola por el carbón. Con esta actividad el operador debe abandonar su puesto de trabajo y así pierde tiempo productivo.

Soluciones

Se recomienda colocar un dispositivo kanban para que el operario sepa cuándo debe de reabastecer el tanque, sin la necesidad de estar llenando el tanque cada vez que va a revisar el nivel de llenado. Con esto se evita que muchas solapas salgan despegadas por el residuo de carbón del pegamento que tapa las pistolas de goma. Además de esto, el operario puede utilizar su tiempo de manera más efectiva, visitando el tanque una vez por turno o las veces que sean necesarias reabastecer el tanque.

Figura # 15: Ubicación de Tanque Nordson



Costo de solución

Para solucionar este problema y hacer la línea de empaque más eficiente y así contar con menos desperdicio de cartón corrugado, se necesitarán (Cotización # 1):

- Torres de señas visual de 110 voltios que avisará al operario cuándo hay un nivel bajo en el tanque.
- Dos metros de cable.
- Tuberías flexibles de dos metros de largo.

Estos tres materiales se necesitarán para hacer la señal kanban que tendrían un costo de Q.950.00 por cada tanque.

Línea	Costo
Línea 1	Q.950.00
Línea 2	Q.950.00
Línea 3	Q.950.00
Línea 4	Q.950.00
TOTAL	Q.3,800.00

6. Análisis costo-beneficio de proyectos en la máquina Elliot

A continuación se muestra el análisis costo – beneficio de colocar la señal kanban en el tanque Nordson de la máquina Elliot.

Tabla # 15: Análisis costo-beneficio de proyectos en Elliot

Descripción de variables	Valores
Total de pérdidas en corrugados (3 meses)	Q21,495.17
Porcentaje que representa este problema (Ver Tabla # 11)	28%
Pérdidas causadas por este problema (3 meses)	Q6,069.48
Costo del proyecto de mejora	Q3,800.00
TMAR (trimestral)	2.5%
Tiempo de recuperación de inversión (meses)	1.92

Al implementar esta mejora, se logrará reducir el desperdicio en corrugados hasta en un 100% en la máquina Elliot. Además de esto, para que se pueda reducir hasta el 100% del desperdicio, es indispensable capacitar a las emparadoras de las cuatro líneas de empaque. Deberá recordársele que doble las solapas del corrugado antes de colocar el paquete sobre la banda de transporte que lleva el producto a la máquina Elliot. Por otra parte, se deberá de implementar un check list, el cual deberá utilizar el operador al iniciar su turno para que verifique el estado de la máquina Elliot.

B. Defectos de fábrica

Los corrugados, los cuales son parte de la materia prima, los provee una empresa salvadoreña dedica a elaborar cartón corrugado y bolsas de empaque. El producto se envía a la planta de cereales en tarimas y cada una cuenta con mil corrugados.

Las tarimas de producto se almacenan en la bodega de materia prima hasta que son llevadas a las líneas de empaque para ser usadas para empacar los plegadizos. Al momento que la empacadora toma un corrugado, lo abre y lo coloca en la Salwasser (encartonadora), se puede dar cuenta que el cartón corrugado está dañado. Debido a que estos corrugados ingresan a la planta sin ser manipulados por otras fuentes, el producto viene dañado del proveedor, por lo tanto, estos defectos se pueden catalogar como defectos de fábrica.

Los corrugados que son entregados por el proveedor pueden presentar los siguientes problemas:

1. Impresión.
2. Apariencia.
3. Funcionamiento.

1. Impresión. Se refiere a la conjunción de caracteres y colores, que irán impresos en la caja acorde a las especificaciones y requerimientos del cliente. En esta característica se definen los siguientes atributos y variables:

- Textos: son los caracteres tales como textos, números, Figuras y signos impresos los cuales se evaluarán de acuerdo a una muestra o boceto autorizado por el cliente.
- Registro: es la alineación de un texto con respecto de otros de diferente color.
- Tonos: se refiere a la intensidad de los colores.

2. Apariencia. Se refiere a la presentación de la caja, la cual está definida por el conjunto de cortes y sisas. En esta característica se definen las siguientes variables:

- Troquelado: se refiere al conjunto de cortes y sisas que definen los paneles y solapas de la caja. El rango de aceptación en la variación es de ± 3 mm.
- Cuadratura: se refiere a la alineación tanto de los cortes como de las sisas horizontales en el área de pegue. El rango de aceptación en la variación es de ± 3 mm para corrugados Flauta C.

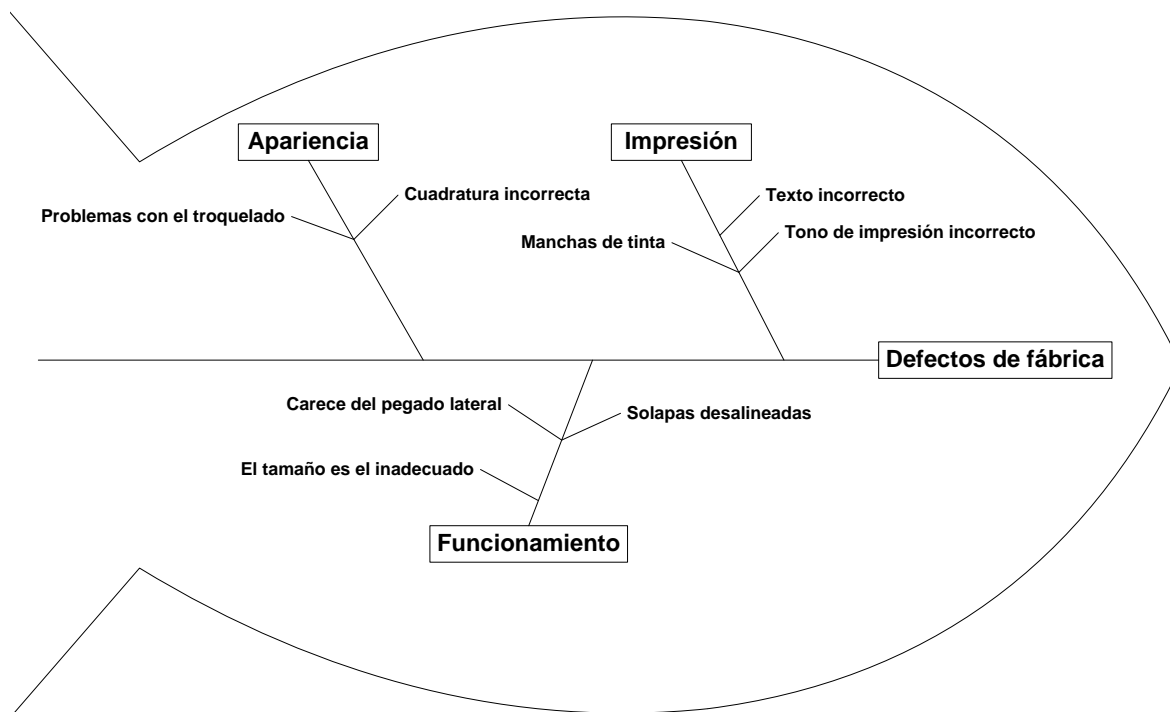
3. Funcionamiento. Se refiere al desempeño del empaque en su función principal. Dentro de esta característica se define la siguiente variable:

- Pegado lateral: se refiere a la unión del primero y cuarto panel por medio de una pestaña de pegue, esta se une al cuarto panel usando adhesivo. La aplicación debe ser total en todo el largo de la pestaña, sin que exista ausencia parcial o total del adhesivo así como tampoco debe haber rebalse del mismo. Esta no conformidad se evaluará de acuerdo a patrones

autorizados y convenidos. Este defecto se considera crítico (defecto C), de encontrarse se revisará al 100% de todo el lote y se separará el producto dañado.

A continuación se muestra un diagrama causa y efecto de los defectos que se pueden encontrar en los corrugados dañados de fábrica:

Diagrama # 5: Causa y efecto de los corrugados defectuosos de fábrica



Para poder reclamar al proveedor los defectos en los corrugados, se utiliza una versión del estándar militar MIL STD 105E, que fue publicada en 1989, sin embargo, se discontinuó en el año 1995.

Las Tablas dan planes de inspección para poder obtener una muestra por atributo del tamaño de lote y así tener un nivel de aceptación. Esta Tabla contiene el tamaño de lote, el número de unidades que se deben tomar del lote como muestra y la cantidad de corrugados que se pueden aceptar y rechazar dependiendo el defecto que tenga, ya sea A, B o C.

En la siguiente Tabla se muestran todas las especificaciones tomadas en cuenta para poder obtener una muestra del lote de corrugados.

Tabla # 16: Especificaciones para muestrear los lotes de corrugados

Características	Clasificación de defectos	Nivel de inspección	Tipo de inspección	AQL
Impresión	A-B-C	S-2	Normal	10% / 6.5% / 4.0%
Apariencia	A-B-C	S-2	Normal	10% / 6.5% / 4.0%
Funcionamiento	C	S-2	Normal	4.0%

Los datos de las muestras que se deben de obtener utilizando los datos de la Tabla anterior se muestran en la Tabla # 17. El procedimiento que se debe hacer para rechazar o aceptar un lote de corrugados es el siguiente: primero debe identificarse el tamaño de lote de corrugados. Luego se debe ver qué tipo de defecto se quiere detectar, ya sea A, B o C. Por ejemplo, si se tiene un lote de 281-500 corrugados y se quiere ver defectos C, se toma una muestra de 3 corrugados y de estos, si no hay ningún corrugado malo, se acepta el lote y si se encuentra 1 corrugado dañado, se rechaza el lote completo.

Tabla # 17: Cantidad de corrugados aceptados y rechazados según defecto

Tamaño lote corrugados	Unidades de muestras	Defecto A		Unidades de muestras	Defecto B		Unidades de muestras	Defecto C	
		Acepta	Rechaza		Acepta	Rechaza		Acepta	Rechaza
281 - 500	5	1	2	8	1	2	3	0	1
501 - 1,200	5	1	2	8	1	2	3	0	1
1,201 - 3,200	8	2	3	8	1	2	13	1	2
3,201 - 10,000	8	2	3	8	1	2	13	1	2
10,001 - 35,000	8	2	3	8	1	2	13	1	2
35,001 - 150,000	13	3	4	13	2	3	13	1	2
150,001 - 500,000	13	3	4	13	2	3	13	1	2
más de 500,000	13	3	4	13	2	3	13	1	2

Descripción del problema

Al momento que la empacadora toma el corrugado y lo abre, éste puede estar en perfecto estado o sino tener algún defecto. Los defectos que más frecuente se dan son los del pegado lateral y de los agujeros.

Algunos corrugados vienen doblados o un poco rasgados de las solapas y se debe en su mayoría al cincho que sujeta los paquetes de corrugados, el cual está muy ajustado haciendo que se dañen las solapas. Además se pueden encontrar corrugados rotos, con manchas de tinta e incluso con problemas en el troquelado como se puede observar en las siguientes Figuras.

Figura # 16: Manchas en corrugado



Figura # 17: Problema con el troquelado



Figura # 18: Hoyo en corrugado



Solución

Para solucionar estos problemas, se debería hablar con el proveedor para que pueda implementar algún procedimiento de inspección de la calidad de sus productos en su empresa de modo que el producto no llegue defectuoso a la planta de cereales. Por otra parte, se debería modificar la cantidad de muestras tomadas por parte de la empresa de cereales. La cantidad de corrugados que se tomen como muestra debería de ser por lo menos el doble de la estipulada actualmente. Al cambiar el tamaño de muestra, se podrá rechazar lotes más fácilmente en lugar de desperdiciar tiempo al darle ese lote a la empacadora.

Costo de solución

Para solucionar los problemas de fábrica, no se deberá incurrir en ningún costo, ya que el problema está en el producto proveniente directamente del proveedor. Si se aumenta la cantidad de muestras tomadas por lote, se debe de capacitar a los auditores de calidad de la empresa de cereales para que tomen una muestra más grande, dependiendo el tamaño del lote.

C. Semáforos

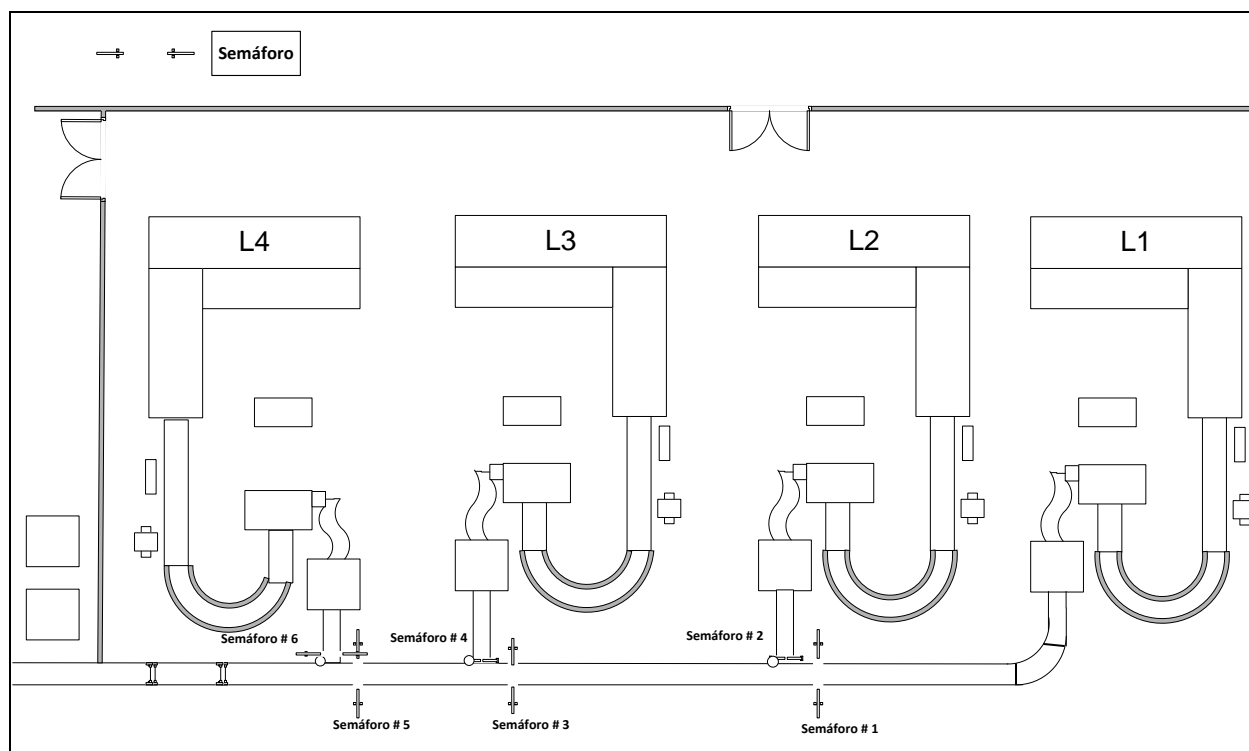
Al final de cada línea de empaque se encuentra una banda de transporte que lleva las cajas corrugadas desde la máquina conocida como Elliot hacia la banda de transporte principal que lleva las cajas corrugadas a la bodega.

Asimismo, hay unos sensores que activan unos hierros conocidos como semáforos, los cuales ayudan a regular el tráfico de las cajas corrugadas (Figura #19). Por ejemplo, al momento de que un corrugado de la línea 2 va a ingresar a la banda principal, se activan los semáforos de la banda principal, es decir el semáforo # 1, para que los corrugados de la línea 1 se detengan y dejen pasar al corrugado de la línea 2.

Cada línea de empaque tiene sensores y hierros; y la línea principal tiene tres sensores, por lo tanto tres pares de hierros, habiendo en total 6 semáforos en el área de empaque. Todos los semáforos están colocados a una distancia diferente, cerca de la salida de cada línea.

La línea 2 y la línea 3 no tienen hierros, sino una placa que sube y baja de la banda de transporte. La ventaja de estas estructuras es que no dañan a los corrugados como lo hacen los semáforos.

Figura # 19: Ubicación de los semáforos

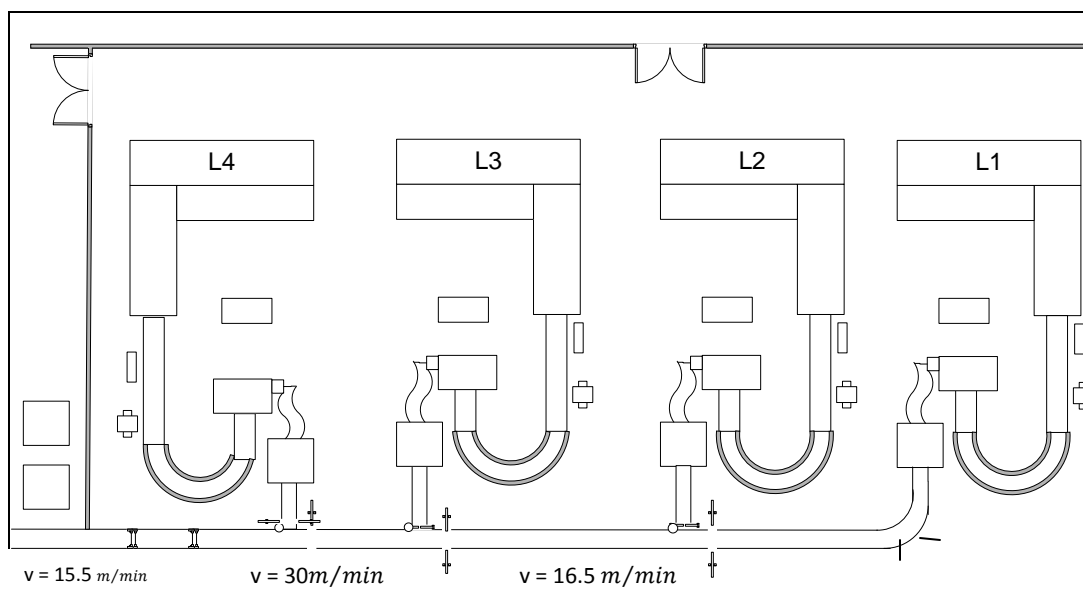


Cada línea de empaque cuenta con una banda transportadora que lleva el corrugado de la máquina Elliot a la banda de transporte principal. Las velocidades de cada una de estas bandas se obtuvo utilizando un tacómetro y los valores se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla # 18: Velocidades de las bandas transportadoras de las líneas de empaque

Línea	Velocidad m/min
L 1	11.8
L 2	17.5
L 3	9.7
L 4	10.7

Figura # 20: Velocidades de las bandas transportadoras

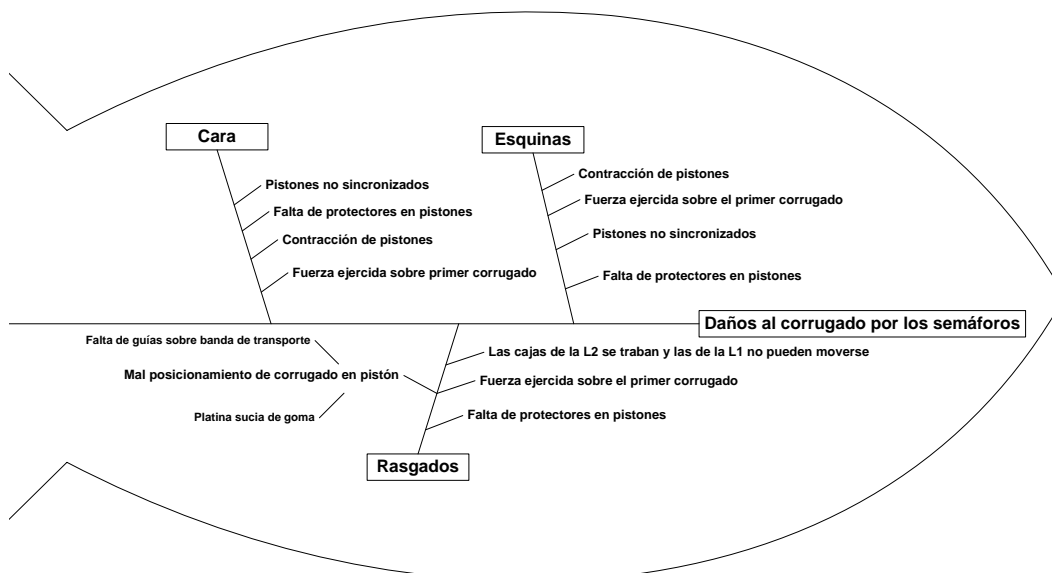


Estos semáforos presentan los siguientes problemas:

- Hundimiento en esquinas de corrugados.
- Hundimiento en cara de corrugado.
- Corrugados rasgados.
- Los sensores no están colocados en la posición apropiada.

A continuación se muestra un diagrama de causa y efecto en el que se podrá ver las causas de los problemas antes mencionados que ocurren por los pistones.

Diagrama # 6: Causa y efecto de los problemas que ocasionan los semáforos



1. Problema # 1

Problema

Hundimiento en esquinas y/o caras de corrugados.

Descripción del problema

Las esquinas de los corrugados se hunden debido a los semáforos de la línea de transporte. La caja que más se daña es la primera de la línea, es decir, la primera caja delante de la fila de corrugados. Esto ocurre debido a que las cajas que vienen detrás de la misma, la empujan y con esto se produce una fuerza que hace que el corrugado sea lastimado por los semáforos, haciendo que se provoque un defecto C.

Asimismo, los semáforos hunden las esquinas de los corrugados al momento de contraerse los hierros. Debido a la fuerza que los corrugados ejercen sobre el primer corrugado, éste se encuentra muy pegado a los hierros. Al momento de contraerse los pistones, los protectores de plástico hunden las esquinas ya que no pueden contraerse con su movimiento normal. La fuerza ejercida impide el movimiento adecuado y por lo tanto dañan las esquinas del corrugado.

Por otra parte, el hundimiento en las esquinas puede deberse a que los semáforos no están sincronizados. Los pistones no reaccionan simultáneamente, el pistón derecho se contrae después de que el pistón izquierdo lo ha hecho. De esta manera, un pistón queda sujetando el corrugado y por la fuerza ejercida de atrás, éste se daña más de un lado.

Además de las causas mencionadas, el hundimiento en las caras y/o esquinas de los corrugados se debe a que los pistones no tienen protectores en sus extremos. Estos extremos están desnudos y son unos tornillos. Esta parte del pistón es muy dura que al momento de golpear al corrugado, las puntas se insertan en el paquete. La punta del pistón expuesta se puede observar en las siguientes Figuras.

Figura # 21: Pistón con protector



Figura # 22: Pistón sin protector



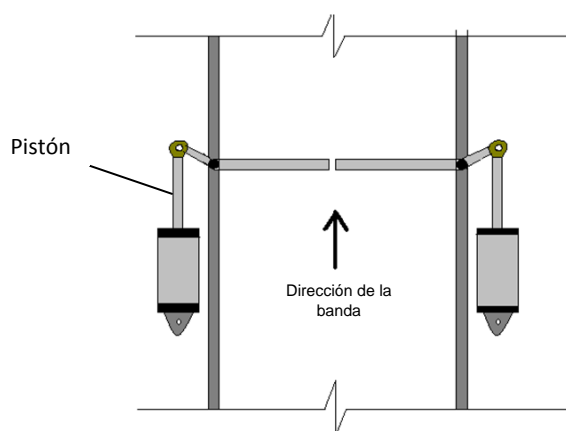
Soluciones

Para solucionar este problema, se podría cortar la banda principal en tres segmentos. De esta manera, en lugar de haber hierros se puede colocar una Tabla de plástico para que así ésta suba y baje sin dañar a los corrugados. Se podría usar un sistema como las Tablas de las líneas 2 y 3 de la banda de la salida de la Elliot.

Para ello se debe de colocar un motor por cada segmento para que las bandas puedan funcionar de manera independiente, porque con la separación, no se conectarán una con otra. Además, cada Tabla debe de contar con su propio sistema mecánico para hacerla subir y bajar cuando sea necesario. Esta solución además de solucionar este problema, servirá también para solucionar el problema # 2 y 3.

Otra forma de solucionar el problema sería utilizando los pistones como un sistema de compuertas (Figura # 23). Estas compuertas tendrían la misma función que los semáforos y se activarían también por medio de los sensores. Esta solución también se usaría para los problemas # 2 y 3.

Figura # 23: Compuertas que sustituirían a los semáforos



Para sincronizar ambos pistones de los semáforos, se deberían hacer los ajustes necesarios hasta que ambos reaccionen al mismo tiempo.

Para evitar que la punta del pistón esté expuesta, se debe colocar un protector a éste. Esta solución también solucionaría el problema # 2.

Costo de solución

a) Cortar la banda en tres secciones (Cotización # 2)

Se deberá invertir una cantidad de Q.99,590.00 en total. Este precio incluiría:

- Cortar la banda en tres secciones.
- Instalar motores reductores en cada sección con sus rodillos de tracción y cola.
- Fabricar tres compuertas con cilindros para activar compuertas en cada sección de banda.

b) Utilizar los pistones como un sistema de compuertas (Cotización # 4)

Para cambiar utilizar los semáforos como un sistema de compuertas, se necesitará:

- Dos compuertas de lexán (un policarbonato) de ¼ de pulgada.
- Dos correderas de acero inoxidable.

Por lo tanto el costo del trabajo, materiales y mano de obra darán un total de Q.11,200.00.

En total se necesitarán tres compuertas para sustituir a los semáforos # 1, 2 y 5 de la banda de transporte principal. Por lo tanto el costo total de instalar compuertas en lugar del sistema de control de tránsito actual sería de Q.33,600.00.

c) Sincronizar los pistones del semáforo

No se incurriría en algún costo para implementar la sincronización de pistones, ya que sólo se necesitan ajustes realizados por el equipo de mantenimiento.

d) Colocar protectores a los pistones

En la Tabla que se muestra a continuación se puede observar lo que costará colocar los protectores a 6 pistones.

Material	Cantidad	Dimensiones (centímetros)		Costo unitario	TOTAL
		Largo	Grueso		
Rodillos de plástico	6	3.175	1.905	Q.40.00	Q.240.00

2. Problema # 2

Problema

Corrugados rasgados.

Descripción del problema

Los corrugados se rasgan debido a los semáforos de la línea de transporte. Al momento de transportarse varios corrugados en fila, la única caja que se daña es la primera de la línea, es decir, la primera caja delante de la fila de corrugados. Esto ocurre debido a que las cajas de atrás de la misma empujan a este primer corrugado y con esto se produce una fuerza que hace que el corrugado sea lastimado por los semáforos.

Los extremos de los semáforos no están cubiertos, es decir, no tienen un protector, que hace que el corrugado no sea tan dañado por el pistón. Al no tener protección pueden perforar el corrugado. Actualmente, se cuenta sólo con dos pistones protegidos de ocho pistones.

Debido a la fuerza que los demás corrugados están ejerciendo sobre el primero, los pistones están introducidos completamente en el primer corrugado y por lo tanto al momento de retirarse los pistones,

rasgan los corrugados. Algunas veces el producto en su interior se daña y esto ocurre porque se perfora la cara del corrugado.

Los corrugados de la línea 3 no salen de su banda de transporte con una posición adecuada y por lo tanto al llegar al semáforo # 5, llegan inclinadas y no rectas. Al ocurrir esto, la esquina del corrugado queda en medio de los pistones. Cuando corrugados llegan detrás de éste y lo empujan contra los pistones, estos se insertan en el producto corrugado dañando el empaque y también el producto en su interior.

Los corrugados de la línea 2 no giran adecuadamente a su posición ideal para ingresar a la banda transportadora principal, por lo que hace que las cajas de la línea 1 no puedan fluir y se arruinen por la presión que tiene por los corrugados detrás de él. Estos corrugados no pueden fluir porque los corrugados de la línea 2 están bloqueando el tránsito, haciendo que los corrugados de la línea 1 se apachen y se arruinen contra el semáforo.

Este problema se puede deber a que la platina que está entre la línea de salida de la Elliot de la línea 2 y la banda de transporte principal, está llena de goma por los corrugados que no llevan las solapas de abajo cerradas o bien tienen exceso de goma.

Soluciones

Para solucionar este problema se podría separar la banda de transporte principal en tres segmentos de modo que se puedan eliminar los pistones y se puedan sustituir por Tablas de plásticos que se eleven por debajo de la banda de transporte y suban cuando se debe detener el tránsito de cajas corrugadas. Esta solución además de solucionar este problema, servirá también para solucionar el problema # 1 y 3.

Otra forma de solucionar el problema sería utilizando los pistones como un sistema de compuertas (Figura # 23). Estas compuertas tendrían la misma función que los semáforos y se activarían también por medio de los sensores y se usarían los semáforos como parte de su estructura. Esta solución también solucionaría los problemas # 1 y 3.

Para que los pistones no dañen tan bruscamente los corrugados, se les debe de colocar sus protectores de plástico a los demás seis pistones que carecen de los mismos. Esta solución también se usaría con el problema # 1.

Para solucionar la cuarta causa de tener corrugados rasgados, se debería colocar una guía de acero inoxidable en la banda principal sobre la orilla de la misma, entre la línea 3 y la línea 4, de modo que los corrugados de la línea 3 lleguen en una posición adecuada a los semáforos, como se muestra en la Figura # 24 y no obstruyan el flujo y se dañen al llegar con la posición mostrada en la Figura # 25.

Figura # 24: Forma correcta de detener a los corrugados

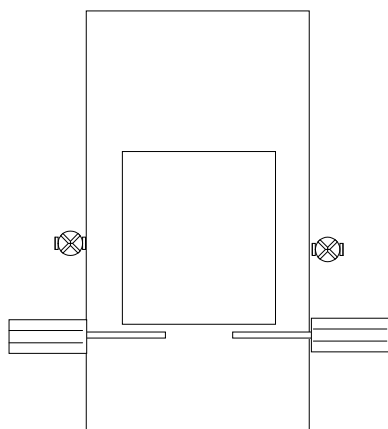
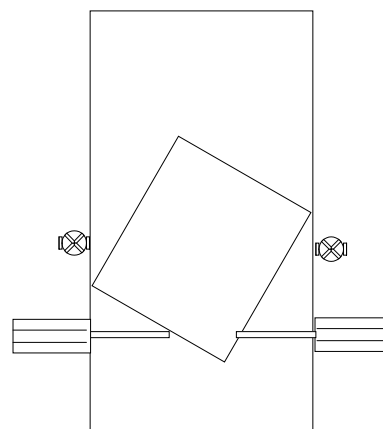


Figura # 25: Daño al corrugado de la línea 3



Costo de solución

a) Cortar banda

Para poder solucionar este problema, se deberá invertir una cantidad de Q.99,590.00. Esta solución incluiría:

- Cortar la banda en tres secciones.
- Instalar motores reductores en cada sección con sus rodillos de tracción y cola.
- Fabricar tres compuertas con cilindros para activar compuertas en cada sección de banda.

b) Utilizar los pistones como un sistema de compuertas (Figura # 23)

- Para cambiar utilizar los semáforos como un sistema de compuertas, se necesitará:
- Dos compuertas de lexán (un policarbonato) de ¼ de pulgada
- Dos correderas de acero inoxidable

Por lo tanto el costo del trabajo, materiales y mano de obra darán un total de Q.11,200.00.

En total se necesitarán tres compuertas para sustituir a los semáforos # 1, 2 y 5. Por lo tanto el costo total de instalar compuertas en lugar de los pistones será de Q. 33,600.00.

c) Colocar protectores a los pistones y guías de acero inoxidable

En la Tabla que se muestra a continuación se puede observar lo que costará colocar los protectores a 6 pistones.

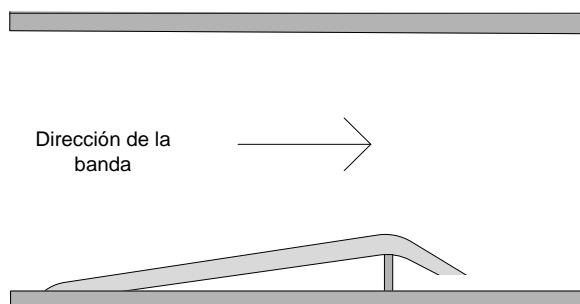
Material	Cantidad	Dimensiones (centímetros)		Costo unitario	TOTAL
		Largo	Grueso		
Rodillos de plástico	6	3.175	1.905	Q.40.00	Q.240.00

En la Tabla que se muestra a continuación se podrá observar las medidas que tendrán las guías de acero inoxidable:

Material	Cantidad	Dimensiones (centímetros)				Costo unitario	TOTAL
		Largo	Ancho	Grueso	Ancho de corredera		
Guía de INOX	1	70	3.81	0.635	1.27	Q. 400.00	Q 2,400.00

Esta guía estaría unida a una varilla de media pulgada al borde de la línea de transporte. La guía se colocará en la banda de transporte entre la línea 3 y línea 4.

Figura # 26: Guía de acero inoxidable



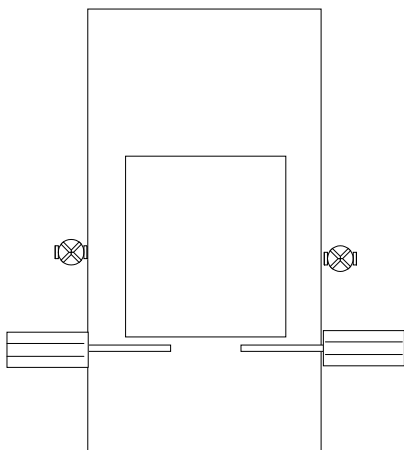
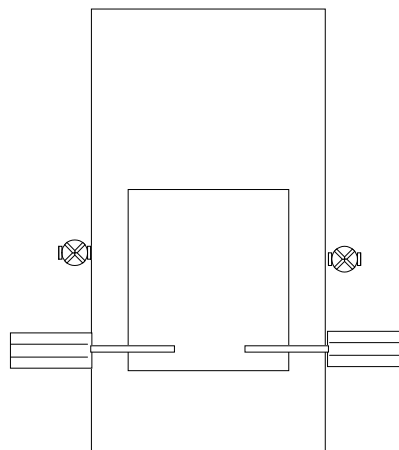
3. Problema # 3

Problema

Los semáforos arruinan los corrugados.

Descripción del problema

Al momento de que los corrugados se dirigen a los sensores de los semáforos, los pistones dañan los corrugados. Este problema ocurre porque los semáforos se cierran cuando el corrugado está muy cerca de ellos o se cierran justo cuando el corrugado está pasando enfrente de ellos. En las siguientes Figuras se puede observar este problema:

Figura # 27: Forma correcta de detener a los corrugados**Figura # 28: Daño al corrugado**

Soluciones

Para solucionar este problema, se podría cortar la banda principal en tres segmentos. De esta manera, en lugar de haber hierros se puede colocar una Tabla de plástico para que así ésta suba y baje sin dañar a los corrugados. Se podría usar un sistema como las Tablas de las líneas 2 y 3 de la banda de la salida de la Elliot.

Para ello se debe de colocar un motor por cada segmento para que las bandas puedan funcionar de manera independiente, porque con la separación, no se conectarán una con otra. Además, cada Tabla debe de contar con su propio sistema mecánico para hacerla subir y bajar cuando sea necesario. Esta solución además de solucionar este problema, servirá también para solucionar el problema # 1 y 2.

Otra forma de solucionar el problema sería utilizando los pistones como un sistema de compuertas (Figura # 23). Estas compuertas tendrían la misma función que los semáforos y se activarían también por medio de los sensores. Esta solución también solucionaría los problemas # 1 y 2.

Por otra parte, para solucionar este problema se podría colocar los sensores de los semáforos más atrás. El sensor del semáforo se debe de colocar un poco antes de donde se encuentra. Sólo debe de modificarse la posición de los semáforos de la línea 2, 3 y 4; y dejar el sensor del semáforo de la línea principal en su lugar.

El objetivo de mover los sensores de las líneas de empaque es para que así se pueda transmitir la señal al semáforo con mayor tiempo de anticipación; de modo que éste pueda reaccionar antes de que la caja se comprima por los hierros que se accionan al momento que la caja está cerca.

Costo de solución

a) Cortar la banda en tres secciones (Cotización # 2)

Se deberá invertir una cantidad de Q.99,590.00 en total. Este precio incluiría:

- Cortar la banda en tres secciones.
- Instalar motores reductores en cada sección con sus rodillos de tracción y cola.
- Fabricar tres compuertas con cilindros para activar compuertas en cada sección de banda.

b) Utilizar los pistones como un sistema de compuertas (Cotización # 4)

Para usar la estructura de los semáforos en un sistema de compuertas, se necesitará:

- Dos compuertas de lexán (un policarbonato) de ¼ de pulgada.
- Dos correderas de acero inoxidable.

Por lo tanto el costo del trabajo, materiales y mano de obra darán un total de Q.11,200.00.

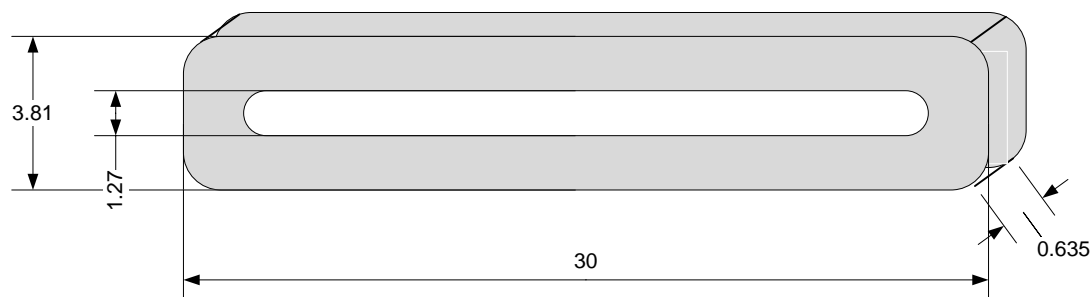
En total se necesitarán tres compuertas para sustituir a los semáforos # 1, 2 y 5. Por lo tanto el costo total de instalar compuertas en lugar de la estructura será de Q.33,600.00.

c) Soldar barras de acero inoxidable con correderas

Para poder solucionar este problema se deben soldar barras de acero inoxidable con correderas para sustituir las barras actuales que sostienen los sensores del semáforo. Al cambiar la estructura actual por la nueva, se podrá jugar con la posición del sensor, es decir, se podrá probar dónde es la posición adecuada para que se pueda eliminar este problema.

Materiales	Cantidad	Dimensiones (centímetros)				Costo unitario	TOTAL
		Largo	Ancho	Grueso	Ancho de corredera		
Tablas de INOX	6	30	3.81	0.635	1.27	Q. 400.00	Q 2,400.00
Pernos con tuercas de seguridad	3	-	-	-	-		

Figura # 29: Correderas de acero inoxidable



4. Análisis costo-beneficio de proyectos en semáforos

A continuación se puede observar el análisis costo-beneficio de los siguientes proyectos:

- Opción A: cortar la banda transportadora principal en tres secciones y utilizar un sistema de Tablas que suben y bajan de la banda de transporte para eliminar el sistema de pistones.
- Opción B: utilizar los pistones como un sistema de compuertas.
- Opción C: seguir utilizando los pistones pero agregar:
 - Protectores a los extremos de los pistones.
 - Colocar una guía de acero inoxidable sobre la banda de transporte para que los corrugados lleguen en una posición adecuada a los pistones.
 - Colocar correderas de acero inoxidable para mover de posición a los sensores de los semáforos.

Tabla # 19: Análisis costo-beneficio de proyectos en semáforos

Descripción de variables	Opción A	Opción B	Opción C
Total de pérdidas en corrugados (3 meses)	Q21,495.17	Q21,495.17	Q21,495.17
Porcentaje que representa este problema (Ver Tabla # 11)	18%	18%	18%
Pérdidas causadas por este problema (3 meses)	Q3,883.04	Q3,883.04	Q2,718.13
Costo del proyecto de mejora	Q99,590.00	Q33,600.00	Q5,040.00
TMAR (trimestral)	2.5%	2.5%	2.5%
Tiempo de recuperación de inversión (meses)	124.52	29.62	5.77

- Opción A: al cortar la banda transportadora se podrá eliminar el 100% de los daños a los corrugados, ya que no se contará con el sistema de pistones, que son los que dañan al producto. Este proyecto es demasiado caro y por lo tanto el tiempo de recuperar la inversión inicial sería en 124.52 meses, es decir 10 años.
- Opción B: al utilizar los pistones como un sistema de compuertas se logrará eliminar hasta el 100% de los daños al corrugado provocado por los semáforos. El tiempo de retorno de la inversión al implementar este proyecto será de 29.62 meses, es decir, 2 años y medio.

- Opción C: las mejoras de esta opción son las más económicas y al implementar este proyecto se recuperará la inversión inicial en 5.77 meses, sin embargo, este proyecto de mejora no reducirá el desperdicio provocado por los semáforos al menos, hasta el 100%. Las mejoras propuestas reducirán el desperdicio hasta en un 70.08%, es decir, se reducirá el desperdicio por corrugados rasgados y hundimiento en caras, pero no el del hundimiento en las esquinas del corrugado.

D. Daños de bodega

Luego de haber sido sellado el corrugado y colocado la fecha de vencimiento y el lote, éste llega a la bodega de producto terminado por medio de la banda transportadora principal. En la bodega, el corrugado se coloca sobre una tarima y se hace este procedimiento hasta tener las camas estipuladas según normas de la empresa.

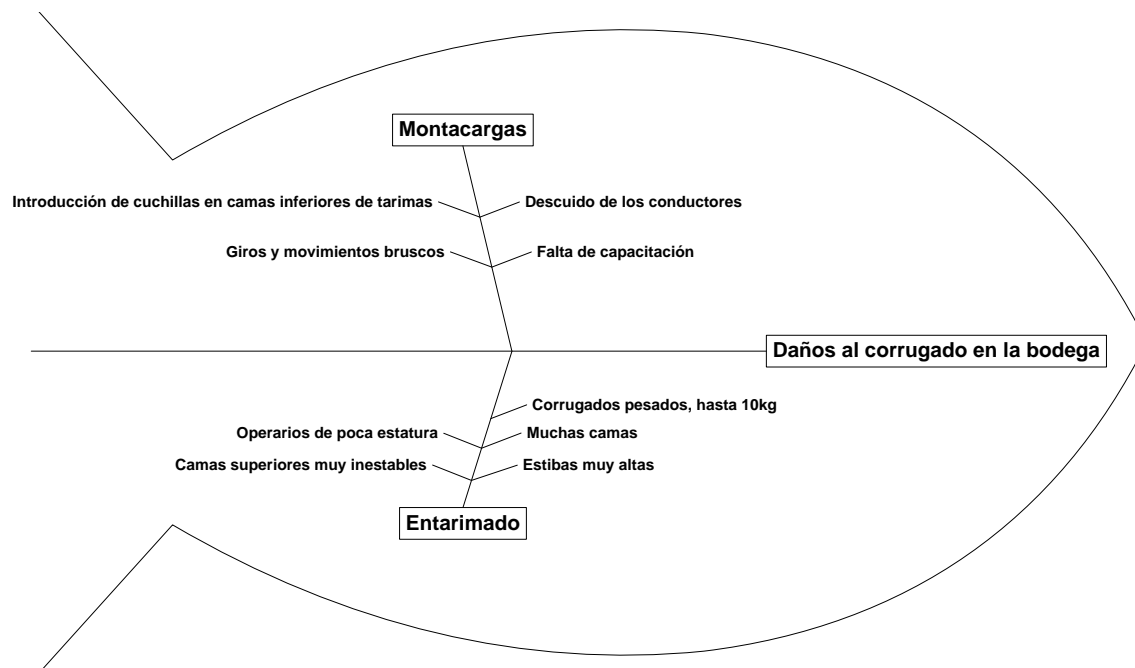
Luego de entarimar los corrugados, se le coloca un plástico manualmente a las camas superiores y luego se fleja toda la tarima utilizando una máquina. El producto flejado se almacena en bodega hasta que llegan los contenedores y el producto es despachado a los diferentes distribuidores y clientes.

En esta bodega ocurren dos problemas diferentes que provocan defectos C en los corrugados:

1. El montacargas lastima y algunas veces arruina por completo a los corrugados.
2. Los corrugados se caen de las tarimas.

A continuación se muestra un diagrama causa y efecto de los problemas encontrados en la bodega de producto terminado y qué los origina.

Diagrama # 7: Causa y efecto de daños de bodega de producto terminado



1. Problema # 1

Problema

El montacargas lastima y arruina por completo a los corrugados.

Descripción del problema

Esto se puede deber al mal manejo de las tarimas de corrugados. Al momento de trasladarse de un lugar a otro, el montacargas puede golpear alguna tarima y con los giros rápidos y bruscos que da, el corrugado que se daña sí sufre defectos C.

Por otra parte los montacargas arruinan los corrugados al introducir sus cuchillas en los corrugados de la cama inferior, ya que el conductor no calcula dónde están los agujeros de la tarima.

Soluciones

Para solucionar estos problemas se debería de capacitar a los montacarguistas para que conozcan el cuidado que deben de darle a las tarimas.

Costo de solución

No se incurrirá en ningún gasto, ya que se debe de realizar capacitaciones tanto a los montacarguistas como al personal de la bodega de producto terminado; por parte del personal de la empresa de cereales. A pesar de que los conductores tienen licencias para conducir este tipo de vehículo, son muy descuidados.

2. Problema # 2

Problema

Los corrugados se caen de las tarimas.

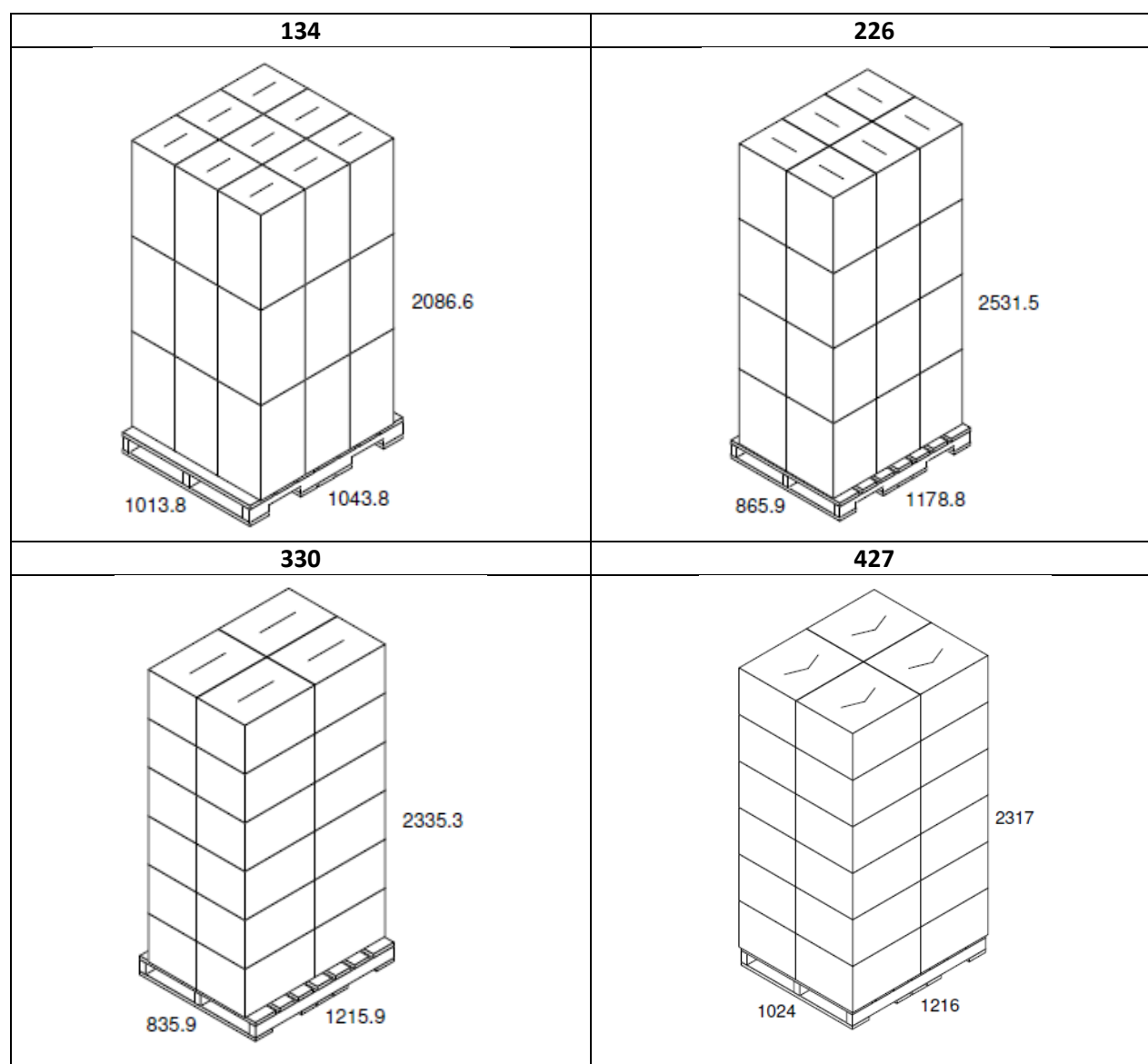
Descripción del problema

Luego de ser sellados los corrugados por la Elliot y pasar por el codificador, los corrugados ingresan a la banda de transporte principal en donde son entarimados. El operario que se encarga de colocar los corrugados sobre la tarima, debe de estibar según las normas de la empresa. Las estibas son muy altas, es decir, de 2 metros de altura hasta 2.5 metros, como se puede observar en la Figura # 30. Debido a la gran altura, para colocar la última cama, el operario debe de saltar o pararse de puntillas para colocar los últimos corrugados.

El problema que esto causa, es que las camas son muy altas. Al momento de colocar el stretch film manualmente a la tarima, antes de introducirlo en la máquina flejadora, algunos corrugados se caen de las tarimas porque no están bien colocados. Al caerse los corrugados, puede provocar algún accidente o sino un incidente si se trata del factor humano. De lo contrario, el corrugado que se cae se lastima causando un defecto C y por lo tanto debe ser reempacado el producto que contiene.

Además, al colocar la última cama el operario debe de levantar sus manos por arriba de la cabeza con una carga y eso a largo plazo provocará problemas en la espalda de la persona. A pesar de que estén usando chalecos lumbares, el trauma provocado a la columna no se alivia con los mismos, sino que se acumula.

Figura # 30: Cantidad de camas por Cube Size



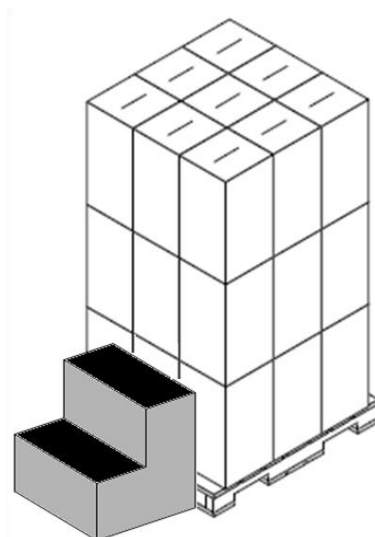
Soluciones

Para solucionar este problema se debería colocar en la bodega de producto terminado, junto a las tarimas gradillas metálicas de dos peldaños, como se muestra en la Figura # 31. Estas gradillas tienen un costo de Q.197.67 cada una. En la bodega se colocarán tres gradillas fijas y una para poder desplazarla en caso sea necesaria. Las fijas estarán colocadas en medio de las tarimas como se muestra en la Figura # 32.

Figura # 31: Gradilla metálica de dos peldaños



Figura # 32: Ubicación de gradilla



Costo de solución

Para solucionar este problema se debería incurrir en un gasto de Q790.68 para comprar las cuatro gradillas. Estas gradillas ayudarán al operador a estibar las camas superiores de la tarima.

3. Análisis costo-beneficio de proyectos en bodega de producto terminado

A continuación se muestra el análisis costo – beneficio de colocar gradillas la bodega de producto terminado.

Tabla # 20: Análisis costo-beneficio de proyectos en bodega de producto terminado

Descripción de variables	Valores
Total de pérdidas en corrugados (3 meses)	Q21,495.17
Porcentaje que representa este problema (Ver Tabla # 11)	14%
Pérdidas causadas por este problema (3 meses)	Q2,988.60
Costo del proyecto de mejora	Q790.68
TMAR (trimestral)	2.5%
Tiempo de recuperación de inversión (meses)	0. 81

Al colocar las gradillas en el área de bodega se recuperará la inversión en un tiempo de 0.81 meses. Al colocar estas herramientas en la bodega y capacitar a los montacarguistas y al personal de esta área, se reducirá el desperdicio de corrugados hasta en un 100%. Adicionalmente, las capacitaciones deben ser constantes para que las personas recuerden siempre el trabajo que deben hacer y el buen manejo del producto corrugado.

IX. CONCLUSIONES

1. Con base en este trabajo se identificaron las siguientes causas que dañan a los corrugados:
 - 28% por la máquina Elliot.
 - 22% malos de fábrica.
 - 18% por los semáforos.
 - 14% malos de bodega.
2. En la máquina Elliot se lograron encontrar cinco causas del daño a los corrugados:
 - Los rodillos se ensucian de goma y los corrugados se pegan a ellos.
 - El garfio de la máquina contribuye a que las solapas se queden abiertas.
 - Las solapas están mal pegadas o despegadas.
 - Los corrugados se caen y por lo tanto se apachan y rasgan.
 - El problema con el tanque Nordson.
3. En cuanto a daños de fábrica, la mayoría de corrugados no estaban pegados y otros tenían agujeros que impiden que se pueda utilizar el corrugado por el tipo de producto que se maneja. Además se identificaron problemas con la impresión, es decir, manchas, tono y defectos de la impresión.
4. Los corrugados dañados por los semáforos sufren los siguientes problemas:
 - Hundimiento en las esquinas y caras del corrugado.
 - No llega a los semáforos en una posición adecuada.
 - Los pistones no tienen cubiertas sus extremos.
 - La platina de la salida de la banda está cubierta de goma.
 - El sensor de los semáforos no están en la posición adecuada.
5. Otros problemas que se pudieron observar fueron en la bodega de producto terminado:
 - Muchos corrugados se caen de las tarimas al estibar.
 - El montacargas introduce sus cuchillas en las cajas de las camas más bajas de las estibas y también las daña al desplazarse.
6. Cada problema encontrado cuenta con su respectiva solución y en el caso de que se infiera en algún gasto, se presentó su análisis costo-beneficio. Esto permitió poder tomar una mejor decisión y elegir el proyecto más rentable y que tuviera mayores beneficios al largo plazo.
7. Al implementar alguna solución, se logrará cumplir con el porcentaje de desperdicio permitido por los estándares de la empresa de cereales. Los valores permitidos dependen del tamaño del corrugado que se esté manejando en las líneas de empaque.

X. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del trabajo servirán para reducir o evitar el desperdicio de los corrugados dañados y hacer más eficiente el área de empaque. Al mejorar las líneas de empaque se logrará que el personal de dicha área se enfoque en sus operaciones y no pierda su tiempo en reempacar las cajas de cereal en corrugados nuevos, con el objetivo de que las actividades que realizan sean más eficientes.

A continuación se presentan las soluciones más factibles que eliminarán el desperdicio en el área de empaque. Estas recomendaciones las podría tomar en consideración la empresa de cereales.

- **Elliot**
 - Capacitar a la empacadora para que doble las solapas del cartón corrugado antes de encaminarlo hacia la máquina Elliot.
 - Implementar un Check list para que el operario antes de iniciar el turno pueda verificar lo siguiente en la máquina:
 - Estado de los rodillos.
 - Altura de los rodillos.
 - Estado de las pistolas de goma (si están tapadas).
 - Dirección a la que están apuntando las pistolas de goma.
 - El pegamento del tanque Nordson esté a la temperatura adecuada.
 - Colocar la señal kanban en el tanque Nordson. El proyecto tendrá un costo de Q3,800.00 y esta inversión se recuperará en 1.92 meses.

- **Defectos de fábrica**
 - Contar con un nivel de aceptación más riguroso, es decir, aumentar el número de muestras tomadas del lote de corrugados.
 - Hablar con el proveedor.
 - Capacitar a las empacadoras para que identifiquen los corrugados dañados de fábrica y así se le pueda avisar al proveedor de la cantidad de corrugados dañados.

- **Semáforos**
 - Utilizar el sistema de semáforos como un sistema de compuertas, por el que la empresa deberá gastar Q33,600.00. Esta inversión la recuperará la empresa en un tiempo de 29.62 meses decir, dos años y medio.

- **Malos de bodega**
 - Capacitar al personal de bodega (montacarguistas y operarios) para el buen manejo del producto corrugado en todo momento. De modo que no se caigan los corrugados de las tarimas y no se dañen a causa del montacargas.
 - Colocar gradillas metálicas al lado de cada tarima. Este proyecto tendrá un costo de Q790.68 y el tiempo para recuperar esta inversión sería de 0.81 meses.
- Es necesario implementar todas las capacitaciones y revisiones antes de iniciar el turno, es decir, todas las recomendaciones que no incurrirán ningún gasto. Se debe implementar esto además de las recomendaciones antes mencionadas. Todo esto para poder eliminar y reducir los desperdicios de productos corrugados.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Elliot Companies. 2009. *Case sealer*. <http://www.elliott-mfg.com/7610.asp>
2. Niebel, Bnejamin; Freivalds, Andris, "*Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*". Traducido por Marcia González Osuna. Revisión técnica por Ma. de Lourdes Arellano Bolio. 11ª. Edición. México D.F., Alfaomega. 2007. 745 págs.
3. Portal Educativo de Empresas CMPC. 2009. *¿Qué es el papel corrugado?*. http://www.papelnet.cl/carton_corrugado/carton_corrugado.htm
4. Se obtuvo la información de la empresa de cereales, en la cual se realizó el estudio de campo.
5. SQC Online. 2009. *Sampling by Attributes - Military Standard 105E Tables*. <http://www.sqconline.com/acceptance-sampling-plans.html>
6. SWF Companies. 2009. *Accelerated Product Stalker*. <http://www.swfcompanies.com/AS100.htm>

XII. ANEXOS

A. Otros problemas identificados

Además de los problemas encontrados y analizados en la sección de problemas y soluciones, se encontraron otros problemas en el área de empaque.

1. Problema # 1

Problema

Se introduce de manera incorrecta el corrugado en la tolva de la máquina Salwasser.

Descripción del problema

La máquina que se encarga de apilar las cajas plegadizas en dos columnas y que luego las introduce en la caja corrugada es llamada Salwasser. Al momento que las cajas plegadizas van a ser introducidas en el corrugado, un brazo mecánico se encarga de empujarlas. Por otro lado, mientras se apilan los plegadizos, la empacadora de la línea de empaque debe de armar la caja corrugada e introducirla en el orificio de la Salwasser.

El defecto ocurre al momento de introducir el corrugado en la Salwasser y se debe a que una de las solapas del corrugado queda introducida dentro del orificio de la máquina en lugar de quedar fuera de la misma. Al momento que el brazo mecánico se mueve para introducir los plegadizos, empuja la solapa y la arruga o la rasga.

Soluciones

Para solucionar este problema, la empacadora debe de hacer correctamente el procedimiento de colocar el corrugado en la Salwasser, el cual sería como lo muestra el siguiente diagrama bimanual.

Diagrama # 8: Diagrama bimanual para la actividad de colocar el corrugado en la máquina Salwasser

Operación:		Diagrama del proceso bimanual para la actividad de colocar el corrugado en la máquina Salwasser.									
Dibujo:											
	Mano izquierda	Operación	Transporte	Sostener	Demora		Operación	Transporte	Sostener	Demora	Mano derecha
1	Descansar	○	⇨	▽	●		○	⇨	▽	●	Descansar
2	Alcanzar caja en A	○	●	▽	D		○	●	▽	D	Alcanzar caja en A
3	Preposicionar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Preposicionar
4	Tomar en 1	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Tomar en 3
5	Levantar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Levantar
6	Llevar a B	○	●	▽	D		○	●	▽	D	Llevar a B
7	Posicionar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Posicionar
8	Sostener	○	⇨	▼	D		○	⇨	▼	D	Sostener
9	Llevar a IV	○	●	▽	D		○	●	▼	D	Sostener
10	Posicionar	●	⇨	▽	D		○	⇨	▼	D	Sostener
11	Sostener	○	⇨	▼	D		○	⇨	▼	D	Sostener
12	Llevar a 4	○	●	▽	D		○	●	▽	D	Llevar a 5
13	Llevar a A	○	●	▽	D		○	●	▽	D	Llevar a A
14	Soltar	●	⇨	▽	D		●	⇨	▽	D	Soltar
	Repetir pasos 2 a 14 con el siguiente corrugado	○	⇨	▽	D		○	⇨	▽	D	Repetir pasos 2 a 14 con el siguiente corrugado

Costo de solución

La empresa no incurrirá en algún costo para solucionar este problema ya que la empacadora debe de corregir el procedimiento que hace.

2. Problema # 2

Problema

El brazo mecánico debajo de la tolva de la Salwasser daña las solapas inferiores del corrugado debido a que no tienen la posición adecuada.

Descripción del problema

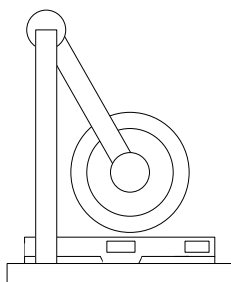
El problema ocurre en la tolva de la máquina Salwasser. Ésta daña los corrugados debido al mal posicionamiento de las solapas inferiores, las cuales quedan abiertas en lugar de cerradas. Debido a que la solapa está abierta y fuera de posición, al momento de bajar el brazo de la tolva, la solapa queda atrapada en los rodillos de la banda transportadora que se encarga de movilizar al corrugado a la entrada de la Elliot.

Este problema es causado por un atascamiento de corrugados en la entrada de la máquina Salwasser. Al momento de obstruirse el flujo, la empacadora, quien es el cuello de botella de la línea de empaque, debe de ir a la entrada de la Salwasser y empujar los paquetes para que se destraben y continúen su trayecto. Al hacer esta operación, la empacadora debe de dejar su área de trabajo y coloca un corrugado en la tolva de la Salwasser. Ya que esta operación la realiza demasiado rápido, no se cerciora que las solapas estén en su posición adecuada. De esta manera, al accionarse el brazo mecánico y bajar el corrugado a la banda de transporte, la solapa se traba en los rodillos y se rasga el corrugado porque éste no se mueve y la empacadora debe de sacarlo de la línea para poder continuar con el siguiente lote.

Soluciones

Para solucionar este problema, se deberá colocar un elemento Poka Yoke. Este elemento consistiría en unos rodillos que ejercerán un poco de presión sobre el paquete plegadizo y de esta manera, éste no se detendrá en la entrada de la Salwasser. De esta manera, la empacadora podrá enfocarse en su trabajo sin preocuparse en el flujo de los plegadizos. Los rodillos serán como se muestra en la siguiente Figura:

Figura # 33: Elemento Poka Yoke



Costo de solución

El costo de fabricar e instalar rodillos en la banda para presionar las cajas de producto y evitar que se detengan en la banda de la Salwasser será de Q 12,980.00.

3. Análisis costo-beneficio de colocar rodillos en Salwasser

Tabla # 21: Análisis costo-beneficio de proyectos en Salwasser

Descripción de variables	Valores
Total de pérdidas en corrugados (3 meses)	Q21,495.17
Porcentaje que representa este problema (Ver Tabla # 11)	4%
Pérdidas causadas por este problema (3 meses)	Q837.66
Costo del proyecto de mejora	Q12,980.00
TMAR (trimestral)	2.5%
Tiempo de recuperación de inversión (meses)	59.54

Implementar este proyecto en la máquina Salwasser, se deberá incurrir en un gasto de Q.12,980.00. Esta inversión inicial se recuperará en 59.54 meses, es decir, aproximadamente 5 años. Los daños originados en esta máquina se reducirán hasta en un 100% si se aplica este sistema Poka Yoke y si se capacita a la empacadora para que doble de manera correcta las solapas antes de introducirlas en la tolva de la Salwasser.

B. Otras propuestas de mejora en el proceso de empaque

1. Kanban. En la Salwasser se tienen los corrugados en pliegues aún sin doblar apilados a la par de la máquina. Al momento que el auxiliar de bodega se da cuenta que la empacadora ya no tiene corrugados o tiene bastantes, va a bodega a traer una tarima de corrugados y la coloca en la línea de empaque. Algunas veces, las líneas de empaque están llenas de tarimas, dificultando el paso de las personas y por lo tanto podría provocar algún accidente.

Se podría implementar un sistema kanban en el cual al apilar los corrugados se inserte un papel entre los corrugados. Entonces al quedar sólo X cantidad de corrugados debajo del kanban, la empacadora le indicará al operador o al auxiliar del área de empaque que es necesario mandar a traer otra tarima. De esta manera no se tendrá el área de empaque llena de tarimas de corrugados y con esto se apoyará las 5's.

2. 5'S

Seiso

Se recomienda colocar pequeños basureros donde está la Salwasser, de modo que las empacadoras no tiren al piso los cinchos que amarran la tarima de corrugados. Estos cinchos son cortados y tirados en el piso, por lo que podría provocar algún accidente, de modo que la empacadora se pare sobre éste y caiga. Esto también se recomienda porque actualmente las empacadoras utilizan un corrugado en buen estado como basurero.

3. Ergonomía

Empacadora

1. Debido a que las empacadoras permanecen todo el turno en la misma posición y realizando un trabajo repetitivo, se recomienda colocar tapetes antifatiga, así la operaria no se cansará tan rápido.
2. Por otro lado, se recomienda colocar mesas hidráulicas para que la empacadora no se tenga que agachar a recoger cada corrugado y colocarlo en la Salwasser. Con esta máquina, la empacadora no se tendrá que esforzar tanto.

Ya que los corrugados están sobre una tarima, la empacadora debe agacharse para levantar un paquete de corrugados. Entonces en lugar de agacharse tanto, la tarima debe de estar sobre una mesa hidráulica. Utilizando este equipo para el manejo de materiales la empacadora podrá ajustar la tarima conforme se vaya vaciando a su altura ergonómica.

4. Costos

1. Tapetes antifatiga. Los tapetes antifatiga ayudarán a reducir el dolor de espalda y fatiga de las piernas y será resistente a cualquier químico, solventes y lubricantes en general.

Se colocará cuatro tapetes, uno por línea de empaque. Se incurrirá en un gasto de \$.119.81 por tapete de 7.62 x 9.14 metros, dando un total de \$479.24.

Con la tasa de cambio al 20 de septiembre del 2009, de Q.8.30514 por \$.1, los tapetes antifatiga tendrían un costo de Q.3,980.15.



2. Mesa hidráulica tipo tijera. Esta mesa hidráulica tiene el precio de \$.677.22. Utilizando la misma tasa de cambio mencionada anteriormente, el precio de esta mesa en Quetzales sería de Q.5,624.40. Entonces en total el gasto sería de Q.22,497.62.

Sus especificaciones son las siguientes:

Capacidad	500 kg
Medidas mesa (largo x ancho)	1 x 0.52 metros
Medidas totales (largo x ancho)	1.19 x 0.52 metros
Altura mesa	0.44 x 1 metros
Altura manija	1.130 metros
Peso	118 kg



Por lo tanto, el costo total de colocar estas dos herramientas en el área de empaque será de Q.26,477.78.

C. Porcentaje de desperdicio permitido por la empresa por tamaño de corrugado

Tabla # 22: Porcentaje de desperdicio permitido por tamaño de corrugado

Cube Size	% de desperdicio permitido por la empresa
134	0.89%
226	0.77%
330	0.93%
427	0.72%
IND	1.11%
SACHET	0.35%

D. Glosario

1. Carros tanque: recipientes grandes con ruedas en donde se almacena el cereal en el área de proceso. Estos son luego colocados en unas tolvas conectadas a unas bandas transportadoras que llevan el cereal al área de empaque.
2. Cube Size: tamaño de corrugados, medido utilizando su largo, ancho y alto en pulgadas.
3. Check List: hoja de revisión utilizada para recolectar y registrar datos.
4. Elliot: máquina americana que cierra los corrugados utilizando pegamento líquido que es alimentado por el tanque Nordson.



5. Ergonomía: diseño del lugar de trabajo, las herramientas, el equipo y el entorno de manera que se ajusten al operario humano.
6. Hotmelt: pegamento utilizado en el tanque Nordson.
7. Individual: nombre designado al tamaño de corrugado trabajado por la línea 3. Esta línea se encarga de empacar plegadizos individuales que tienen un peso de 28 g.
8. Kanban: señal para usar en las líneas de producción. Es la señal del cliente que indica que un producto nuevo debe ser fabricado o montado para rellenar el punto de stock.

Es una etiqueta de instrucción que muestra:

- Información como orden de trabajo:
 - Qué se va a producir
 - Qué cantidad
 - Con qué medios
 - Cómo transportarlo
 - Sistemas de producción de lotes pequeños
 - Actualización y mejora continua.
9. Liners: plástico utilizado para hacer las bolsas de cereal.
 10. Período: nombre designado al período de tiempo que consta de 4 o 5 semanas. En este año 2009, cada período coincide con cada mes del calendario.
 11. Plegadizo: cajas de cereal con diferentes diseños y de distintos tamaños.
 12. Poka yoke: técnica de calidad que significa “a prueba de errores”. Tiene como finalidad eliminar defectos, hacer inspecciones al 100% y si ocurre alguna anomalía, da retroalimentación y acción correctiva.
 13. Sachet: nombre designado al tamaño de corrugado trabajado por la línea 4.

14. Salwasser: máquina americana que se encarga de apilar los paquetes plegadizos e introducirlos en el corrugado.



15. Tanque Nordson: máquina localizada a la par de la máquina Elliot, que contiene el pegamento para cerrar los corrugados.



E. Formatos

Figura # 34: Primer formato

Empresa de cereales																
Reporte de Defectos en corrugado en líneas de empaque																
Fecha				Producto				Código				Descripción				
Línea		L1			L2			L3			L4			L5		
Elliot		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Exceso de goma																
Hilos de goma																
Goma fría																
Goma escurrida																
Disparo de máquina																
Solapas		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Solapas abiertas																
Solapas mal pegadas																
Solapas desalineadas																
Semáforos		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Hundimiento en esquinas																
Hundimiento en cara																
Corrugados rasgados																
Defectos		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Malos de fábrica																
Malos de bodega																
Manchas		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Manchas de tinta																
Manchas de grasa																
Manchas de otro tipo																
Comentario/Observaciones																
T1																
T2																
T3																

Figura # 35: Segundo formato

Empresa de cereales																		
Reporte de Defectos en corrugado en líneas de empaque																		
Fecha				Producto				Código				Descripción						
Línea				L1			L2			L3			L4			L5		
Elliot		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
Exceso de goma																		
Hilos de goma																		
Goma fría																		
Goma escurrida																		
Bota corrugados																		
Apacha corrugados																		
Disparo de máquina																		
Solapas		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
Solapas abiertas																		
Solapas mal pegadas																		
Solapas desalineadas																		
Semáforos		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
Hundimiento en esquinas																		
Hundimiento en cara																		
Corrugados rasgados																		
Defectos		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
Malos de fábrica																		
* Impresión																		
* Troquelado																		
* Cuadratura																		
* Pegado																		
* Tamaño																		
* Hoyo y/o roto																		
Malos de bodega																		
Manchas		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
Manchas de tinta																		
Manchas de grasa																		
Manchas de otro tipo																		
Otros		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
Salwasser																		
Tolva																		
Apachadas por banda																		
No especifica																		
Comentario/Observaciones																		
T1																		
T2																		
T3																		

Tabla # 23: Formato para cuantificar el desperdicio en corrugados

	TURNO	CÓDIGO	PRODUCTO	Desperdicio Unitario	Precio US\$	Pérdida	TOTAL	Familia	Cube Size
LARGE	1	1000142939	CF 14x672g BP GTM	0.00	1.03	0.00	0.00	CF	427
	2	1000142939	CF 14x672g BP GTM	2.00	1.03	2.06	2.06	CF	427
	3	1000142939	CF 14x672g BP GTM	10.00	1.03	10.28	10.28	CF	427
FAMILIAR	1	1000125020	Corn Flakes Miel 14x475g	0.00	0.87	0.00	0.00	CF	226
	2	1000125020	Corn Flakes Miel 14x475g	0.00	0.87	0.00	0.00	CF	226
	3	1000146051	CHZ 14X510gr GTM	2.00	0.87	1.74	1.74	CHZ	226
INDIVIDUAL	1	1000101002	CF 60x22g GTM	1.00	0.29	0.29	0.29	CF	IND
	2	1000146002	Choco Zucaritas 60x28g	0.00	0.29	0.00	0.00	CHZ	IND
	3	1000174600	Choco Zucaritas 60x28g OP	0.00	0.29	0.00	0.00	CHZ	IND
SACHET	1	1000128093	CF 36x180g OPEN STOCK	0.00	0.68	0.00	0.00	CF	134
	2	1000101027	CF 24x200g GTM	0.00	0.68	0.00	0.00	CF	134
	3	10001460270249	CHZ 24x300g Branded I GTM	10.00	0.68	6.79	6.79	CHZ	134

F. Datos recopilados

a. Período 03

Tabla # 24: Datos de la producción del Período 03

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL Utilizados	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL		
01/03/2009	T1	589	3241	14	49	3290	1.51%
	T2	193		1			
	T3	2459		34			
02/03/2009	T1	2526	7948	10	27	7975	0.34%
	T2	2424		13			
	T3	2998		4			
03/03/2009	T1	2232	6931	9	17	6948	0.25%
	T2	2210		5			
	T3	2489		3			
04/03/2009	T1	1968	5622	5	19	5641	0.34%
	T2	1962		12			
	T3	1692		2			
05/03/2009	T1	1780	1829	1	1	1830	0.05%
	T2	49		0			
	T3	0		0			
06/03/2009	T1	468	3895	0	9	3904	0.23%
	T2	1348		6			
	T3	2079		3			
07/03/2009	T1	848	5652	24	40	5692	0.71%
	T2	2430		9			
	T3	2374		7			
08/03/2009	T1	2774	8533	8	47	8580	0.55%
	T2	2724		13			
	T3	3035		26			
09/03/2009	T1	2690	7184	6	32	7216	0.45%
	T2	2181		14			
	T3	2313		12			
10/03/2009	T1	1830	7138	7	23	7161	0.32%
	T2	2247		7			
	T3	3061		9			
11/03/2009	T1	3510	8876	1	25	8901	0.28%
	T2	2464		2			
	T3	2902		22			
12/03/2009	T1	3324	7384	12	23	7407	0.31%
	T2	1939		5			
	T3	2121		6			

Continuación Tabla # 25: Datos de la producción del Período 03

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL Utilizados	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL		
13/03/2009	T1	2858	9231	11	20	9251	0.22%
	T2	3360		2			
	T3	3013		7			
14/03/2009	T1	2789	9793	17	59	9852	0.60%
	T2	3415		12			
	T3	3589		30			
15/03/2009	T1	3737	9548	35	59	9607	0.62%
	T2	3042		17			
	T3	2769		7			
16/03/2009	T1	3634	7983	9	23	8006	0.29%
	T2	2036		6			
	T3	2313		8			
17/03/2009	T1	2114	9152	4	23	9175	0.25%
	T2	2912		9			
	T3	4126		10			
18/03/2009	T1	3366	11116	25	63	11179	0.57%
	T2	3870		15			
	T3	3880		23			
19/03/2009	T1	3646	10355	7	81	10436	0.86%
	T2	3333		23			
	T3	3376		59			
20/03/2009	T1	2707	7044	25	54	7098	0.77%
	T2	2185		24			
	T3	2152		5			
21/03/2009	T1	2284	5786	11	28	5814	0.48%
	T2	2001		9			
	T3	1501		8			
22/03/2009	T1	3309	6187	10	16	6203	0.26%
	T2	952		4			
	T3	1926		2			
23/03/2009	T1	200	4556	0	18	4574	0.40%
	T2	2029		10			
	T3	2327		8			
24/03/2009	T1	2471	5038	11	16	5054	0.32%
	T2	953		2			
	T3	1614		3			
25/03/2009	T1	1122	3699	2	35	3734	0.95%
	T2	1137		18			
	T3	1440		15			

Continuación Tabla # 26: Datos de la producción del Período 03

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL Utilizados	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL		
26/03/2009	T1	898	2191	12	41	2232	1.87%
	T2	872		6			
	T3	421		23			
27/03/2009	T1	646	1417	4	6	1423	0.42%
	T2	771		2			
	T3	0		0			
28/03/2009	T1	0	0	0	0	0	0.00%
	T2	0		0			
	T3	0		0			

TOTALES	177,329
----------------	----------------

854	178,183
------------	----------------

b. Período 04

Tabla # 27: Datos de la producción del Período 04

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL Utilizados	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL		
03/04/2009	T1	1688	4079	5	24	4103	0.59%
	T2	1138		0			
	T3	1253		1			
04/04/2009	T1	995	1443	0	20	1463	1.39%
	T2	328		0			
	T3	120		0			
05/04/2009	T1	83	1762	1	13	1775	0.74%
	T2	1337		37			
	T3	342		5			
06/04/2009	T1	1065	5654	9	27	5681	0.48%
	T2	2014		8			
	T3	2575		10			
07/04/2009	T1	2537	6954	4	20	6974	0.29%
	T2	2364		13			
	T3	2053		3			
08/04/2009	T1	2133	5085	4	13	5098	0.26%
	T2	1600		7			
	T3	1352		2			

Continuación Tabla # 28: Datos de la producción del Período 04

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL	Porcentaje %
09/04/2009	T1	911	2037	5	11	2048	0.54%
	T2	1126		6			
	T3	0		0			
10/04/2009	T1	929	4184	0	15	4199	0.36%
	T2	1534		8			
	T3	1721		3			
11/04/2009	T1	1471	4896	10	18	4914	0.37%
	T2	1419		4			
	T3	2006		4			
12/04/2009	T1	1653	5908	3	53	5961	0.90%
	T2	2096		48			
	T3	2159		2			
13/04/2009	T1	678	678	0	10	688	1.47%
	T2	0		0			
	T3	0		0			
14/04/2009	T1	0	5018	0	34	5052	0.68%
	T2	1337		8			
	T3	3681		8			
15/04/2009	T1	2090	7010	15	47	7057	0.67%
	T2	2503		17			
	T3	2417		15			
16/04/2009	T1	2188	7322	0	36	7358	0.49%
	T2	2459		11			
	T3	2675		15			
17/04/2009	T1	2535	7567	5	38	7605	0.50%
	T2	2546		10			
	T3	2486		23			
18/04/2009	T1	2387	9153	6	23	9176	0.25%
	T2	3606		12			
	T3	3160		5			
19/04/2009	T1	3582	8095	5	30	8125	0.37%
	T2	2650		0			
	T3	1863		7			

Continuación Tabla # 29: Datos de la producción del Período 04

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL	Porcentaje %
20/04/2009	T1	4013	10137	18	100	10237	0.99%
	T2	2341		12			
	T3	3783		70			
21/04/2009	T1	2191	6462	34	81	6543	1.25%
	T2	2141		15			
	T3	2130		32			
22/04/2009	T1	3527	10524	48	100	10624	0.95%
	T2	3895		23			
	T3	3102		29			
23/04/2009	T1	3330	9422	51	144	9566	1.53%
	T2	3364		64			
	T3	2728		29			
24/04/2009	T1	3208	8581	25	88	8669	1.03%
	T2	2116		34			
	T3	3257		19			
25/04/2009	T1	2235	10484	37	149	10633	1.42%
	T2	4042		30			
	T3	4207		82			
26/04/2009	T1	3841	13283	51	110	13393	0.83%
	T2	4020		9			
	T3	5422		34			
27/04/2009	T1	3723	10784	45	106	10890	0.98%
	T2	3400		39			
	T3	3661		22			
28/04/2009	T1	2643	7796	24	60	7856	0.77%
	T2	2565		16			
	T3	2588		14			
29/04/2009	T1	2690	9757	11	70	9827	0.72%
	T2	2972		6			
	T3	4095		39			
30/04/2009	T1	2863	7798	14	80	7878	1.03%
	T2	2491		8			
	T3	2444		8			
01/05/2009	T1	3151	10669	4	68	10737	0.64%
	T2	3981		20			
	T3	3537		20			
TOTAL		202,542			1,588	204,130	

c. Período 05

Tabla # 30: Datos de la producción del Período 05

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL	Utilizados	
05/05/2009	T1	0	3544	0	31	3513	0.87%
	T2	0		0			
	T3	3544		31			
06/05/2009	T1	2744	5945	7	32	5913	0.54%
	T2	1582		13			
	T3	1619		12			
07/05/2009	T1	3648	9059	35	57	9002	0.63%
	T2	3007		10			
	T3	2404		12			
08/05/2009	T1	2280	6743	12	35	6708	0.52%
	T2	1619		5			
	T3	2844		18			
09/05/2009	T1	2593	6658	9	23	6635	0.35%
	T2	1813		13			
	T3	2252		1			
10/05/2009	T1	1606	3480	4	7	3473	0.20%
	T2	1774		3			
	T3	100		0			
11/05/2009	T1	0	1574	0	3	1571	0.19%
	T2	830		1			
	T3	744		2			
12/05/2009	T1	1723	7432	3	32	7400	0.43%
	T2	2367		12			
	T3	3342		17			
13/05/2009	T1	3854	9187	15	65	9122	0.71%
	T2	2116		19			
	T3	3217		31			
14/05/2009	T1	2524	7481	3	36	7445	0.48%
	T2	2030		17			
	T3	2927		16			

Continuación Tabla # 31: Datos de la producción del Período 05

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL Utilizados	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL		
15/05/2009	T1	2970	6837	15	39	6798	0.57%
	T2	2011		14			
	T3	1856		10			
16/05/2009	T1	1017	7525	4	35	7490	0.47%
	T2	3094		14			
	T3	3414		17			
17/05/2009	T1	2197	7877	53	80	7797	1.02%
	T2	2621		15			
	T3	3059		12			
18/05/2009	T1	1710	7202	20	36	7166	0.50%
	T2	2319		8			
	T3	3173		8			
19/05/2009	T1	3333	9886	23	60	9826	0.61%
	T2	3908		8			
	T3	2645		29			
20/05/2009	T1	3326	9080	8	39	9041	0.43%
	T2	3041		16			
	T3	2713		15			
21/05/2009	T1	1484	7161	3	50	7111	0.70%
	T2	3151		26			
	T3	2526		21			
22/05/2009	T1	1158	6483	12	32	6451	0.49%
	T2	1813		3			
	T3	3512		17			
23/05/2009	T1	3278	11247	11	30	11217	0.27%
	T2	3585		11			
	T3	4384		8			
24/05/2009	T1	3720	6588	31	37	6551	0.56%
	T2	2868		6			
	T3	0		0			
25/05/2009	T1	258	4770	0	12	4758	0.25%
	T2	1538		7			
	T3	2974		5			
26/05/2009	T1	2525	7832	9	31	7801	0.40%
	T2	2737		19			
	T3	2570		3			

Continuación Tabla # 32: Datos de la producción del Período 05

Fecha	Turno	Empacados		Defectos		TOTAL Utilizados	Porcentaje %
		Cantidad	TOTAL	Cantidad	TOTAL		
27/05/2009	T1	3248	9460	28	55	9405	0.58%
	T2	2379		9			
	T3	3833		18			
28/05/2009	T1	3675	9867	21	62	9805	0.63%
	T2	2950		17			
	T3	3242		24			
29/05/2009	T1	1913	7712	6	117	7595	1.52%
	T2	2830		105			
	T3	2969		6			
30/05/2009	T1	1394	7043	15	84	6959	1.19%
	T2	2521		18			
	T3	3128		51			
31/05/2009	T1	3122	9708	34	27	9681	0.28%
	T2	3373		8			
	T3	3213		13			
01/06/2009	T1	1185	3140	14	35	3105	1.11%
	T2	1892		21			
	T3	63		0			

TOTAL	200,521
--------------	----------------

1,182	199,339
--------------	----------------

G. Cotizaciones**Cotización # 1: Cotización para tanque Nordson****INGENIEROS ELECTROMECA'NICOS****Servicios de Ingeniería Eléctrica**

Guatemala, 04 de agosto 2,009.

Andrea Cálix
Empresa de Cereales
 Presente

Ref. 24A09KG: Luces tamaleras para encajonadoras Elliot

Estimada srita. Cálix:

Atentamente enviamos a usted el presupuesto por instalación de lámparas tipo tamalera, con 02 metros de instalación eléctrica en máquinas Elliot de líneas de empaque en planta de producción Kellogg de C.A. zona 12, Guatemala C.A.

ALCANCES DE LA OFERTA

- 1.- Suministro e instalación de luz tipo tamalera color rojo.
- 2.- Elaboración e instalación de 02 metros de tubería conduit LT de ½".
- 3.- Instalación y conexión eléctrica de 02 metros de cable cal. 14 AWG THHN.

VALOR DE LA OFERTA

Línea 1.....	Q 950.00
Línea 2.....	Q 950.00
Línea 3.....	Q 950.00
Línea 4.....	Q 950.00

OBSERVACIONES

El valor de la oferta no incluye suministro de materiales y equipos que no estén claramente especificados, ni trabajos no descritos.

Agradeciendo la atención a la presente y esperando brindarle nuestros servicios, nos suscribimos de usted.

Atentamente,

Ing. Carlos Sánchez

Ref. 2409KG
 c.c. archivo

Cotización # 2: Cotización para modificar banda de transporte principal**Ziza S. A.**

Guatemala 4 de agosto del 2009.

Señores.

Empresa de Cereales

Atención Srita. Andrea Cáliz

Estimados Señores:

Por este medio presentamos a usted, nuestra cotización referente a la modificación de la faja transportadora hacia área de almacenaje.

Opción 1.

Por cortar la banda en tres secciones, instalar motores reductores en cada sección con sus rodillos de tracción y cola y fabricar tres compuertas con cilindros para activar compuertas en cada sección de banda. Los costos son los siguientes:

Por cortar banda en tres secciones y pegar la misma banda	Q 15,590.00
Por fabricación de tres compuertas, con cilindros y sus compuertas	Q 45,000.00
Por 3 motoreductores con 3 rodos de tracción y 3 de cola e instalación	<u>Q 39,000.00</u>
TOTALQ 99,590.00 IVA inc.	

Atentamente,

Caleb Aldana.

Gerente General.

Ref.: Cotización No. 09-115

Cotización # 3: Cotización para Salwasser

Ziza S. A.

Guatemala 4 de agosto del 2009.

Señores.

Empresa de Cereales

Atención Srita. Andrea Cálix

Estimados Señores:

Por este medio presentamos a usted, nuestra cotización referente a la fabricación de cilindros en una banda para presionar las cajas de producto y evitar que se detengan las cajas. El coste por fabricación e instalación es de Q 12,980.00 IVA incluido.

Atentamente,

Caleb Aldana.

Gerente General.

Ref.: Cotización No. 09-116

Cotización # 4: Cotización de compuertas

Cotización 289

ESTRUCTURAS METALICAS EL CARMEN

Guatemala, 20 de agosto de 2009

Ofectividad de Operaciones

ASUNTO: COTIZACIÓN

A continuación estoy enviando cotización, fabricación e instalación sistema de semáforos, en área de banda hacia bodega materia prima, fabricados con compuertas lexan de ¼ y correderas de acero inoxidable, en lamina de ¼ y lamina de aluminio de 3/8.

El costo del trabajo, materiales y mano de obra es de Q.11,200.00

Agradeciendo la oportunidad de la presente

Atentamente,



Pedro A. Hernández Samayoa
Propietario

