

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial



**Propuesta de reestructuración del proceso de producción de
una fábrica de cierres de cremallera para la mejora de sus
operaciones**

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

Guatemala
2012

**Propuesta de reestructuración del proceso de producción de
una fábrica de cierres de cremallera para la mejora de sus
operaciones**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial



**Propuesta de reestructuración del proceso de producción de
una fábrica de cierres de cremallera para la mejora de sus
operaciones**

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

Guatemala
2012

Vo. Bo.:

(f) 
Ingeniero Edgar Ardón

Tribunal examinador:

(f) 
Ingeniero Carlo Prato

(f) 
Ingeniero Santiago Pezzarossi

(f) 
Ingeniero Edgar Ardón

Fecha de aprobación: Guatemala, 18 de enero de 2012

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE GRÁFICAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE DIAGRAMAS	xii
RESUMEN	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
A. General:	4
B. Específicos:	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
A. Distribución de una planta	5
B. Principios básicos de la distribución en planta.....	5
C. Naturaleza de los problemas de distribución en planta.....	6
D. Tipos de distribución	6
E. Determinación del manejo de materiales	8
F. Tipos de flujos de movimientos de materiales.....	9
G. Diagrama del proceso de la operación	10
H. Diagrama de recorrido.....	11
I. Estudio de movimiento.....	11
J. Tiempo estándar.....	14
K. Cuello de botella.....	14
L. Eficiencia General de los Equipos (OEE)	15
M. Kanban	16
N. Estudio de la ergonomía.....	16
O. Seguridad industrial.....	17
V. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	19
A. Descripción del producto.....	19
VI. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	22
A. Descripción general	22

B.	Administración de la bodega de material semi procesado en Planta # 1	23
C.	Descripción del proceso.....	23
D.	Diagrama del flujo del proceso.....	26
C.	Layout actual de la planta:.....	36
D.	Diagrama de recorrido.....	38
E.	Estudio de movimiento.....	43
F.	Cantidad de maquinaria por línea	48
G.	Distribución de la maquinaria por línea	50
H.	Análisis del proceso de producción	52
I.	Eficiencia General de los Equipos (OEE)	62
J.	Kanban	63
K.	Estudio de la ergonomía en la Planta # 1	63
VII.	CONCLUSIONES.....	80
VIII.	RECOMENDACIONES	82
IX.	BIBLIOGRAFÍA	84
X.	ANEXOS.....	86
A.	Seguridad industrial en Planta # 1	86
B.	Diagramas de recorrido para Problema # 2.....	88
C.	Cálculos para Problema # 4:	91
D.	Cálculos para problema # 5	92
E.	Cálculos para problema # 6	93

LISTA DE TABLAS

Tabla # 1: Simbología en diagrama de operaciones	10
Tabla # 2: Therblings efectivos.....	12
Tabla # 3: Therblings inefectivos.....	13
Tabla # 4: Simbología del diagrama de movimientos	13
Tabla # 5: Distribución de minutos disponibles para el proceso de pintado de jaladores para cada línea..	54
Tabla # 6: Distribución de minutos disponibles para proceso de teñido de cuerpo principal y secado de materia prima para cada línea.....	54
Tabla # 7: Distribución de minutos disponibles para proceso de aplicación de bocadillo y corte para cada línea.....	54
Tabla # 8: Distribución de minutos disponibles para proceso de aplicación de sello PVC para cada línea	54
Tabla # 9: Distribución de minutos disponibles para proceso de aplicación de pin y caja para cada línea	55
Tabla # 10: Distribución de minutos disponibles para proceso de empaque para cada línea	55
Tabla # 11: Distribución de minutos disponibles para línea de zippers de polyester	56
Tabla # 12: Distribución de minutos disponibles para línea de zippers de latón y aluminio.....	57
Tabla # 13: Distribución de minutos disponibles para línea de zippers para chumpa	59
Tabla # 14: Distribución de minutos disponibles para línea de zíperes de vislón o plástico	60
Tabla # 14: Distribución de minutos disponibles para línea de zíperes de vislón o plástico	61
Tabla # 15: Resumen de OEE por línea	62
Tabla # 16: Análisis costo- beneficio de proyecto de traslado de maquinaria de teñido y de secado de materia cruda a la Planta # 1	68
Tabla # 17: Cantidad de maquinaria para redistribución	69
Tabla # 18: Análisis costo beneficio del proyecto de redistribución de maquinaria	71
Tabla # 19: Análisis costo beneficio del proyecto de capacitación de empaque manual	72
Tabla # 20: Análisis costo beneficio del proyecto de compra de maquinaria de PVC.....	74
Tabla # 21: Análisis costo beneficio del proyecto de compra de maquinaria de quemado de dientes	75
Tabla # 22: Análisis costo beneficio del proyecto de compra de maquinaria de bocadillo.....	76
Tabla # 23: Análisis costo beneficio del proyecto de mantenimiento preventivo	77
Tabla # 24: Cantidad de inversión de proyecto de compra de tapetes antifatiga.....	78

Tabla # 25: Cantidad de inversión de proyecto total.....	78
Tabla # 26: Descripción de los artículos de seguridad industrial.....	88
Tabla # 27: Nueva capacidad de línea de polyester para chumpa	91
Tabla # 28: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón	91
Tabla # 28: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón	92
Tabla # 29: Nueva capacidad para línea de polyester para chumpa	92
Tabla # 30: Nueva capacidad para línea de polyester para chumpa	93
Tabla # 31: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón	93
Tabla # 32: Nueva capacidad para línea de vislón	94

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica # 1: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para línea de polyester	56
Gráfica # 2: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para la línea de aluminio o latón.....	58
Gráfica # 3: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para línea de polyester para chumpa.....	60
Gráfica # 4: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para línea de vislón.....	61
Gráfica # 5: Gráfica de flujos de efectivo por problema	79
Gráfica # 6: Gráfica de flujo de efectivo vrs. años.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura # 1: Ejemplo de un producto una distribución por posición fija, turbina de avión.....	6
Figura # 2: Simulación de distribución por proceso	7
Figura # 3: Simulación de distribución por producto	7
Figura # 4: Simulación de distribución por tecnología	8
Figura #5 Patrones de flujos horizontales.....	9
Figura #6: Patrones de flujos verticales	10
Figura # 11: Plano de la planta de teñido y secado de cinta textil.....	36
Figura # 12: Plano de la planta de ensamblaje, primer nivel	37
Figura # 13: Plano de la planta de ensamblaje, segundo nivel	37
Figura # 14: Hoja de control	63
Figura # 16: Ventanas en el área de producción.....	64
Figura # 17: Ventiladores en área de trabadores.....	64
Figura # 18: Iluminación y ventilación en el área de trabajo a través de las ventanas.....	65
Figura # 19: señalización de evacuación en el primer y segundo nivel.....	86

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama #1: Diagrama del flujo del proceso para zippers cerrados	26
Diagrama # 2: Diagrama del flujo del proceso para zippers abiertos (chumpa).....	26
Diagrama # 3: Diagrama del flujo del proceso para zippers de aluminio o latón	27
Diagrama # 4: Diagrama del flujo del proceso para zippers de vislón o plástico	27
Diagrama # 5: DOP actual de la línea de zippers de polyester	28
Diagrama # 6: DOP actual de la línea de zippers de latón y aluminio	30
Diagrama # 7: DOP actual de la línea de zippers para chumpa	32
Diagrama # 8: DOP actual de la línea de zippers de vislón o plástico.....	34
Diagrama # 9: Diagrama de recorrido para la línea de polyester en Planta #2	38
Diagrama # 10: Diagrama de recorrido para la línea de polyester en Planta #1, primer nivel	38
Diagrama # 11: Diagrama de recorrido para la línea de polyester en Planta #1, segundo nivel.....	39
Diagrama # 12: Diagrama de recorrido para la línea de latón y aluminio en Planta #2	39
Diagrama # 13: Diagrama de recorrido para la línea de latón y aluminio en planta #1, primer nivel	40
Diagrama # 14: Diagrama de recorrido para la línea de latón y aluminio en planta #1, segundo nivel.....	40
Diagrama # 16: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de polyester para chumpa en planta #1, primer nivel	41
Diagrama # 17: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de polyester para chumpa en planta #1, segundo nivel.....	42
Diagrama # 18: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de vislón o plástico en planta #1, primer nivel	42
Diagrama # 19: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de vislón o plástico en planta #1, segundo nivel.....	43
Diagrama# 20: Diagrama bimanual para la actividad de corte de unidades	43
Diagrama# 21: Diagrama bimanual para la actividad de colocación de caja.....	44
Diagrama# 22: Diagrama bimanual para la actividad de colocación de pin	45
Diagrama# 23: Diagrama bimanual para la actividad de empaque manual.....	46
Diagrama# 24: Diagrama bimanual para la actividad de empaque manual.....	47
Diagrama #25: distribución de maquinaria de acuerdo a los colores mostrados	50
Diagrama #26: Diagrama de distribución de maquinaria en fábrica # 2	51
Diagrama #27: Diagrama de distribución de maquinaria en planta # 1, primer nivel.....	51

Diagrama #28: Diagrama de distribución de maquinaria en planta # 1, segundo nivel.....	52
Diagrama # 29: Diagrama de distribución con nueva maquinaria.....	67
Diagrama # 30: Diagrama de distribución con nueva maquinaria en segundo nivel	70
Diagrama # 31: Diagrama de distribución de señalización y extintores	87
Diagrama # 32: Nueva distribución de extintores en planta # 1	88
Diagrama # 33: Nueva distribución de línea de polyester	89
Diagrama # 34: Nueva distribución de la línea de polyester para chumpa	89
Diagrama # 35: Nueva distribución de la línea de aluminio o latón	90
Diagrama # 36: Nueva distribución de la línea de vislón	90

RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó en una empresa dedicada al ensamble, empaque y distribución de cierres de cremallera. Actualmente se poseen dos fábricas en diferentes lugares, donde una realiza el proceso de teñido y secado de materia cruda, mientras en la otra se realiza todo el proceso de ensamblaje de cierres de cremallera.

El trabajo de estudio es la propuesta de la reestructuración del proceso de producción de una planta de cierres de cremallera para la mejora en sus operaciones, debido a que algunas de las órdenes de compra se entregan atrasadas o fuera del tiempo ofrecido, lo cual ha causado pérdida de clientes y por consiguiente la pérdida de ingresos.

Este mismo se aplicó a las cuatro líneas de producción que se poseen, en donde se buscó cambiar el orden como está actualmente organizado, para liberar vías de paso, aumentar la productividad de los trabajadores, reducir distancias, reducir el manejo del material y también el tiempo en despacho y recepción de materia prima pintada.

Debido a esto se realizaron diagramas de recorrido, de flujo de operación y de operaciones, como también la toma de tiempos por estación de trabajo. Todo esto para analizar el tiempo necesario de cada operación y así estimar el ahorro en tiempos que se obtendría con la reestructuración propuesta.

De esta manera conociendo el proceso de producción y la capacidad productiva se propuso una nueva distribución del espacio físico que se tiene como un factor limitante y mostrando un flujo de proceso mucho más ordenado.

También se muestran otros problemas encontrados que hacen del proceso de producción más deficiente, como estaciones, cuya capacidad es menor a la demanda del mercado, largo tiempo en transportar la materia cruda para ser pintada y alto tiempo ocioso

entre la maquinaria y mano de obra e índices de cansancio por parte de los trabajadores en las diferentes estaciones. Por lo tanto, cada uno de ellos se analizó en su totalidad y se propuso una solución viable para cada uno de los problemas encontrados, donde también se muestra el costo del proyecto y los ahorros en costos asociados al mismo. De este modo para que la empresa pueda considerar cada una de las propuestas y aplicar la que considere adecuada.

Por último, se analizó financieramente todos los problemas en conjunto, para darle la opción a la empresa de poder implementar todas las soluciones propuestas como un solo proyecto.

I. INTRODUCCIÓN

La distribución del espacio de una empresa se define como un proceso, en el cual se ordenan los elementos físicos que se poseen, tales como los materiales, maquinaria y herramientas, debido a esto una empresa debe adecuarse para realizar sus procesos de la mejor manera posible con el fin de poder alcanzar las metas propuestas por la misma.

Sin embargo una distribución puede traer varios problemas si no se planificó tomando en cuenta todos los elementos que se poseen, incluyendo el espacio como limitante.

Asimismo una distribución planificada del espacio de una planta es una ventaja, ya que se tiene un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, donde se minimizan los tiempos de producción, las interrupciones productivas, reprocesos y se mejora la seguridad industrial de los operarios.

En la mayoría de ocasiones las distribuciones de las empresas quedan diseñadas para las condiciones de partida, sin embargo a medida que van expandiéndose, estas mismas ya no son las adecuadas, haciendo que las operaciones se vuelvan menos eficientes.

Consecuentemente el siguiente trabajo expondrá una redistribución del área de producción de una planta que se dedica a la producción, comercialización y distribución de diferentes tipos de cierres de cremallera. Esto, con el afán de satisfacer las necesidades del mercado como ofreciendo mejores tiempos de entrega de producto, alta calidad en los productos, un servicio adecuado, mejores precios, entre otros.

Las causas que se identificaron para optar a una redistribución fueron, obstrucción de vías de paso, cansancio por parte de los trabajadores, alto tiempo ocioso de la maquinaria y alto tiempo de recepción de materia prima pintada, las cuales representan pérdidas monetarias y ponen en riesgo la seguridad de los trabajadores.

Por esto con este proyecto se pretende demostrar una forma, en la cual se disminuya el tiempo de transporte de pintado de la materia cruda, se despejan las vías de paso, se aumente la seguridad, tanto del producto como del personal y uno de los aspectos más importantes para toda empresa, evitar pérdidas monetarias.

II. JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta se realizará debido a que se considera que la distribución actual de la maquinaria no es la más adecuada, ya que no existe un flujo ordenado en algunas estaciones de producción por lo que se podría mejorar con una reestructuración, lo que está provocando pérdidas debido al atraso en la entrega de producto.

Entre los factores de atraso en la entrega se encuentra la maquinaria limitada que se utiliza por varias líneas de producción de acuerdo a la demanda, por lo que constantemente los operarios deben movilizarse de un extremo al otro para realizar sus labores y completarlas.

Otro factor es la distancia ya que juega un papel muy importante en la distribución actual de la planta, debido a que la bodega de materia prima está ubicada en el primer nivel y todo el proceso de producción en el segundo nivel, así como la distancia y ubicación de la planta de teñido que está muy retirada de la planta de ensamble. Estos dos factores generan que el tiempo de producción se prolongue y que haya retrasos en las entregas de producto terminado a determinados clientes.

Todas estas actividades acarrearán costos innecesarios y tiempo ocioso por lo que es importante analizarlos más a detalle y determinar soluciones viables para estos problemas.

III. OBJETIVOS

A. General:

- Evaluar y desarrollar una propuesta de reestructuración del proceso de producción de una fábrica de cierres de cremallera para una mejora en sus operaciones.

B. Específicos:

- Analizar y determinar las posibles causas de las deficiencias del flujo de las cuatro líneas de producción.
- Desarrollar una propuesta de mejora a las causas encontradas que hacen del proceso de producción y de entrega de cierres de cremallera deficiente.
- Evaluar financieramente el sistema de reestructuración para implementar los cambios y mejoras propuestas.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Distribución de una planta

La distribución de una planta se puede definir como, la ordenación física de los elementos industriales. Este mismo debe incluir los espacios necesarios, ya sea para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos, equipo de trabajo, entre otros. (Maynard, Muther, Rabada, 1981)

El objetivo principal es hallar una distribución adecuada para el área de trabajo y el equipo, integrando todos los factores que afecten dicha distribución. Como también que ésta sea la más económica y segura posible. (Maynard, Muther, Rabada, 1981)

Una distribución posee dos intereses. El primero es el factor económico, el cual a través de este, trata de aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mediante un mejor servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas. Por otro lado se tiene el interés social con el cual se persigue la seguridad del trabajador. (Maynard, Muther, Rabada, 1981)

B. Principios básicos de la distribución en planta

Una buena distribución en planta debe cumplir con los siguientes seis principios,

- 1.Principio de la integración de conjunto: distribución que integra las actividades auxiliares y cualquier otro factor.
- 2.Principio de la mínima distancia recorrida: distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.
- 3.Principio de flujo de materiales: distribución que ordena las áreas de trabajo, donde cada operación esté en el mismo orden en que se transforman, tratan o montan los materiales.
- 4.Principio de espacio cúbico: se obtiene al utilizar todo el espacio disponible de un modo efectivo.

5. Principio de la satisfacción y de la seguridad: distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operadores.
6. Principio de la flexibilidad: distribución que pueda ser reordenada con el menor costo posible. (Maynard, Muther, Rabada, 1981)

C. Naturaleza de los problemas de distribución en planta

Los problemas que pueden surgir al realizar una distribución en planta son los siguientes,

1. Una planta totalmente nueva trata de ordenar todos los medios de producción e instalación para que trabajen como conjunto integrado.
2. Una expansión o traslado de una planta ya existente; en este caso los edificios ya están allí, lo que limita la distribución que se desea.
3. La reordenación de una planta ya existente está limitada por la forma y particularidad del edificio. (Maynard, Muther, Rabada, 1981)

D. Tipos de distribución

1. Distribución por posición fija: se trata de una distribución, en la cual el material o el componente permanece en un lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, operarios y otras piezas del material concurren a ella. Esta distribución se utiliza cuando se produce una única unidad de un único producto. (De la Fuente, 2005)

a. Ventajas de distribución por posición fija:

- 1) Se logra una mejor utilización de la maquinaria.
- 2) Se adapta a gran variedad de productos.
- 3) Se adapta fácilmente a una demanda intermitente.
- 4) Presenta un mejor incentivo al trabajador.
- 5) Se mantiene más fácil la continuidad en la producción.

Figura # 1: Ejemplo de un producto una distribución por posición fija, turbina de avión

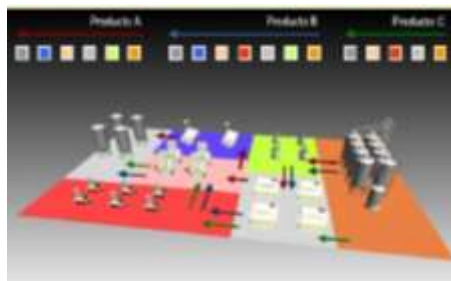


2. Distribución por proceso: en esta distribución todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. (De la Fuente, 2005)

a. Ventajas de distribución por proceso:

- 1) Reduce el manejo del material.
- 2) Disminuye la cantidad del material en proceso.
- 3) Se da un uso más efectivo de la mano de obra.
- 4) Existe mayor facilidad de control.
- 5) Reduce la congestión y el área de suelo ocupado.

Figura # 2: Simulación de distribución por proceso

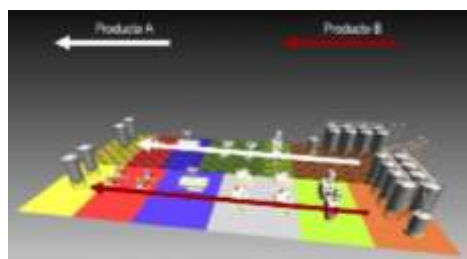


3. Distribución por producción en cadena en línea o por producto: en esta distribución el producto se realiza en un área, donde el material está en movimiento. (De la Fuente, 2005)

a. Ventajas de la distribución por reducción en cadena:

- 1) Reduce el manejo de la pieza mayor.
- 2) Permite operarios altamente capacitados.
- 3) Permite cambios frecuentes en el producto.
- 4) Se adapta a una gran variedad de productos.
- 5) Es más flexible.

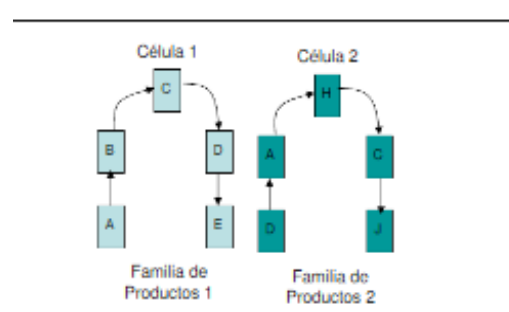
Figura # 3: Simulación de distribución por producto



4. Distribución por tecnología de grupos: las máquinas y equipo están agrupados bajo el criterio de utilizar diferentes tipos de máquinas en un mismo centro de trabajo y asignar una familia de productos que son similares a cada una de esas células. (De la Fuente, 2005)

Este tipo de distribución es una distribución híbrida entre la distribución por procesos y la de por producto. Se recomienda una distribución mixta cuando se busca la máxima flexibilidad y eficiencia. (De la Fuente, 2005)

Figura # 4: Simulación de distribución por tecnología



E. Determinación del manejo de materiales

El manejo de materiales se define como la ciencia que se aplican al traslado de embalajes y almacenamiento de sustancias en cualquiera de sus formas, éstas pueden ser líquidos, sólidos, paquetes, contenedores, entre otros. (Stephens, 2005)

La distribución de una planta y el manejo de materiales se relacionan directamente, ya que un buen diseño de la distribución reduce la distancia de transporte de materia prima. En una empresa en general, el criterio fundamental que se toma para evaluar el manejo de materiales es la reducción de los costos de producción. (Stephens, 2005)

1. Almacenamiento: Cada compañía debe hacer provisiones para acumular sus productos en distintos lugares, mientras espera que ellos se vendan, donde debe determinar el número suficiente de locales de almacenamiento que debe mantener. Esto con el fin de balancear la eficiencia y la capacidad de respuesta para la entrega a sus consumidores. (Stephens, 2005)

2. Transporte: La selección del tipo de transporte de la compañía afecta el costo de la producción. Para transportar los productos desde las bodegas a sus plantas o desde las bodegas a los distribuidores, la compañía puede seleccionar entre cinco principales formas de transporte, las cuales son ferrocarril, agua, camiones, tubería o aire. (Stephens, 2005)

F. Tipos de flujos de movimientos de materiales

El tipo de flujo de movimiento debe analizarse en función de la secuencia de los materiales en movimiento, ya sean materias primas o materiales en productos terminados, según las etapas del proceso y la intensidad o magnitud de esos movimientos. (Stephens, 2005)

Un flujo efectivo es aquel que lleva los materiales a través del proceso, donde debe avanzar siempre hacia su acabado final, sin detenciones o retrocesos excesivos. (Stephens, 2005)

Para esto se poseen de patrones de flujos que se pueden adaptar a las diferentes distribuciones, los cuales se muestran a continuación. (Stephens, 2005)

Figura #:5 Patrones de flujos horizontales

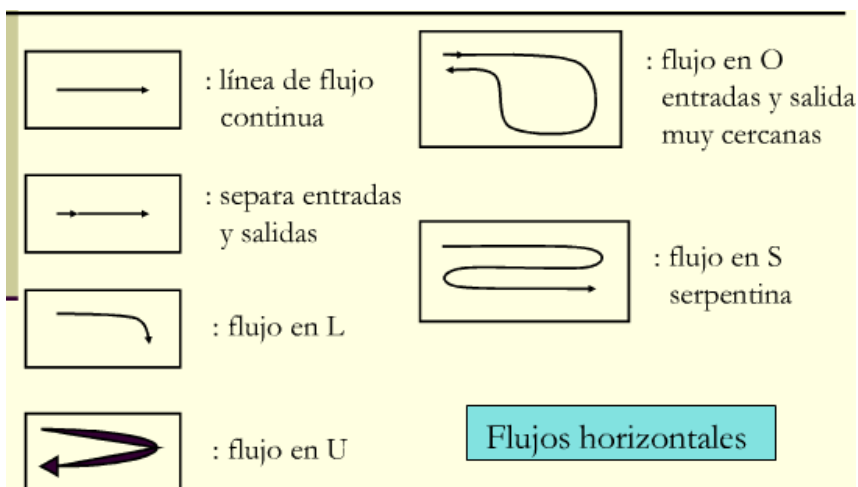
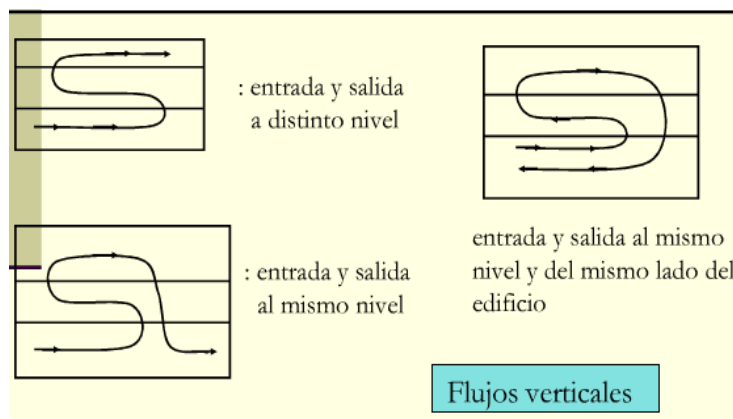


Figura #6: Patrones de flujos verticales



G. Diagrama del proceso de la operación


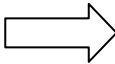
El diagrama de proceso de la operación muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todos los componentes y sub ensamblés al ensamble principal. (Niebel, Freivalds, 2005)

El diagrama de proceso de la operación proporciona información tal como:




- Identifica todas las operaciones, inspecciones, materiales, movimientos, almacenamientos y retrasos 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.
- Proporciona información sobre el número de empleados utilizados y el tiempo requerido para realizar cada operación e inspección.

En la siguiente tabla se muestran los símbolos a utilizar y su significado,

Tabla # 1: Simbología en diagrama de operaciones

Actividad	Símbolo	Explicación
Operación		Se produce o realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.

Continuación de Tabla # 1: Simbología en diagrama de operaciones

Inspección		Se verifica la cantidad y la calidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.

H. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación pictórica de la distribución de la planta y los edificios, en el cual se muestra la localización de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso.

Además sirve para detectar problemas con relación con el arreglo de los departamentos y áreas de un lugar. Con este diagrama se puede visualizar de una mejor manera el área de estudio y con esto ver la relación de espacio entre los departamentos o máquinas. Sin embargo, éste no proporciona tiempos. (Niebel, Freivalds, 2005)

I. Estudio de movimiento

El estudio de movimientos es un análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al realizar un trabajo. El propósito de este estudio es eliminar o reducir los movimientos no efectivos y facilitar y acelerar los movimientos efectivos. (Niebel, Freivalds, 2005)

El diagrama de proceso bimanual es una herramienta del estudio de movimientos. Éste demuestra todos los movimientos y retrasos realizados por las manos, derecha e izquierda y las relaciones entre las divisiones básicas de los logros desempeñados por las manos. (Niebel, Freivalds, 2005)

El propósito de esto es representar una operación con suficiente detalle para analizar y mejorar la operación. Todo trabajo ya sea productivo o no, se realiza utilizando una combinación de 17

movimientos básicos que llamaron Therblings, los cuales pueden ser efectivos o inefectivos. (Niebel, Freivalds, 2005)

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 la economía de movimientos. (Niebel, Freivalds, 2005)

Tabla # 2: Therblings efectivos

Therblings efectivos		
Implica un avance directo en el progreso del trabajo, pueden acortarse y son difíciles de eliminar		
Therbling	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: Therblings inefectivos

Therblings inefectivos		
No avanzan el progreso del trabajo. Deben eliminarse cuando sea posible.		
Therbling	Símbolo	Descripción
Buscar	B	<ul style="list-style-type: none"> Ojos o manos que deben encontrar un objeto Inicia cuando los ojos mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	<ul style="list-style-type: none"> Elegir un artículo entre varios, sigue a buscar.
Inspeccionar	I	<ul style="list-style-type: none"> Comparar un objeto con un estándar
Planear	PL	<ul style="list-style-type: none"> Hacer 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
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	<ul style="list-style-type: none"> Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga del trabajo físico.
Sostener	SO	<ul style="list-style-type: none"> Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.
Posicionar	P	<ul style="list-style-type: none"> Orientar un objeto durante el trabajo. Precedido de mover Seguido de soltar

Además para determinar el tipo de acción que se está realizando en el diagrama, se representa de la siguiente manera,

Tabla # 4: Simbología del diagrama de movimientos

Acción	Abreviatura	Símbolo
Operación	O	○
Transporte	T	➡
Sostener	S	▽
Demora	D	D

J. Tiempo estándar

Es una herramienta que provee un plan de trabajo, elimina desperdicios, documenta y reduce las variaciones del proceso. Este mismo depende de un elemento, el cual se denomina tiempo ritmo o Takt Time (TT). (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

El tiempo estándar para una operación es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una determinada operación. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

Debido a esto si se produce más que el tiempo ritmo establecido, se generará un excedente (sobreproducción), y si se produce menos, entonces habrá una escasez. Debido a esto el tiempo ritmo es una cifra teórica que permite saber cuánto tiempo se requiere para producir una pieza o una unidad en cada proceso del mismo. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

Éste se puede calcular como, el tiempo total de producción expresado generalmente en segundos, dividido entre el número de partes o unidades que se requiere producir en serie. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

K. Cuello de botella

Un cuello de botella se puede definir como un recurso, el cual su rendimiento o capacidad limita todo un sistema, por lo que este mismo posee una capacidad inferior a la demanda que se le impone. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

Para encontrar el o los cuellos de botella en un proceso, se debe correr un perfil de la capacidad de los recursos. Esto se realiza al analizar las cargas que se colocan en cada recurso. Después se observan los elementos que poseen un exceso de carga, es decir están programadas por arriba de su capacidad; estos son los cuellos de botella. Por lo que se esperaría encontrar gran cantidad de inventario enfrente del mismo. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

Consecuentemente existen varias formas de ahorrar tiempo en un cuello de botella, entre las cuales se pueden mencionar, mejorar las herramientas, trabajadores de mejor calidad, lotes de tamaño más

grandes, reducir tiempos de preparación, entre otros. Se debe recordar que una hora ahorrada en un cuello de botella, suma una hora más a todo el sistema de producción. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

L. Eficiencia General de los Equipos (OEE)

Es una medida que representa el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente las piezas de calidad, comparadas con el tiempo que fue planeado para hacerlo. Además proporciona una medida de productividad real de la maquinaria y equipos, comparada a la productividad ideal y durante un período del tiempo específico. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

El OEE resulta de multiplicar tres relaciones porcentuales, la cuales son:

1. **Disponibilidad:** nos indica si no se produjo durante todo el tiempo que se podía producir, incluye el tiempo que la máquina ha estado produciendo y el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo.

La fórmula para calcular la disponibilidad es,

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de operación} - \text{Tiempos perdidos y tiempos bajos}}{\text{Tiempo de operación}}$$

Donde:

- Tiempo de operación = Tiempo programado
- Tiempos perdidos son aquellos por fallas en el equipo y tiempos de ajustes y puesta en marcha más tiempos autorizados.

2. **Eficiencia:** nos indica si se produjo a la velocidad que se podría haber producido, incluye la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido.

La fórmula para calcular la eficiencia es,

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Capacidad de la línea}}{\text{Capacidad máxima}}$$

Donde:

- Capacidad real de la línea, la cual incluye la operación deficiente del equipo provocada por sensores, sub-ensambles, baja moral, condiciones contractuales, programación de producción, etc.
- Capacidad máxima del equipo

3. Calidad: resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas.

La fórmula para calcular la calidad es,

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Total de producción - defectuosos}}{\text{Total de producción}}$$

Donde:

- Defectuosos es la cantidad de producción con defectos en el proceso, rechazos, re trabajos, defectos de calidad a reparación, etc.

M. Kanban

Kanban se define como un sistema de producción altamente efectivo. En japonés se puede traducir como “etiqueta de instrucción”. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección que nos da información acerca de qué se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

Posee dos funciones principales, la primera es ser un control de producción y segundo, mejora de procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema justo a tiempo. La función de mejora continua de los procesos se entiende por la facilitación de mejora en las diferentes actividades, así como la eliminación del desperdicio, organización del área de trabajo, mantenimiento preventivo y productivo, entre otros. (Aquilano, Chase, Jacobs, 2004)

N. Estudio de la ergonomía

La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo, el cual es el lugar de trabajo y con quienes lo realizan, los trabajadores. Esto se utiliza para determinar cómo diseñar

o adaptar el lugar de trabajo al trabajador, con el fin de evitar distintos problemas de salud y aumentar la eficiencia. (Niebel, Freivalds, 2005)

La aplicación de la ergonomía al lugar de trabajo reporta muchos beneficios evidentes. Para el trabajador, unas condiciones laborales más sanas y seguras y para el empleador, el beneficio es el aumento de la productividad. (Niebel, Freivalds, 2005)

La ergonomía es una ciencia que abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, donde involucra factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, el de las herramientas, el de las máquinas y el puesto de trabajo. Además se deben incluir elementos como los turnos, las pausas y los horarios de comidas. (Niebel, Freivalds, 2005)

Algunos puntos importantes que se deben de considerar son,

1. Muchos trabajadores padecen lesiones y enfermedades provocadas por el trabajo manual y el aumento de la mecanización del mismo.
2. La ergonomía busca la manera de que el puesto de trabajo se adapte al trabajador, en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a él.
3. Se puede emplear la ergonomía para mejorar condiciones laborales deficientes.
4. Si no se aplican los principios de la ergonomía, los trabajadores se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales deficientes.

O. Seguridad industrial

La seguridad industrial se puede definir como un conjunto de normas que desarrollan una serie de prescripciones técnicas a las instalaciones industriales que tienen como principal objetivo la seguridad de los usuarios. (Ramírez, 2005)

La importancia de este tema se sitúa en que las cifras de accidentes relacionadas con el trabajo se han incrementado durante los años. Estos mismos provocan pérdidas económicas y sociales de suma importancia. (Ramírez, 2005)

Muchas empresas ven este tema como un gasto adicional, sin embargo el empresario debe comprender que los programas de seguridad, representan una inversión para la empresa, ya que ayudan a evitar accidentes y todos los costos directos e indirectos que estos mismos acarrearán. (Ramírez, 2005)

A continuación se listan algunos de los factores que afectan a la productividad en la empresa, a causa de accidentes son:

- Tiempo perdido por los trabajadores debido a la paralización del trabajo al ocurrir el accidente.
- Tiempo perdido por el supervisor y los funcionarios de la empresa en:
 - Ayudar al trabajador accidentado.
 - Investigar las causas del accidente para evitar su repetición.
 - Hacer los arreglos necesarios para restablecer la labor del trabajador.
- En caso de requerir un nuevo trabajador, el tiempo necesario en seleccionarlo, capacitarlo o instruirlo.
- Pérdida en la producción al paralizar el proceso.
- Costo por reparación de la maquinaria o reposición del equipo.
- Gastos por pérdida de material.
- Pérdida en los negocios por no poder cumplir los compromisos y servicios a los clientes.

Por lo que si una empresa cuenta con un programa de seguridad adecuado, el trabajador sabe que, en caso de algún accidente, la empresa se interesará e intervendrá a favor de su bienestar. Como resultado se obtienen actitudes positivas en los trabajadores produciendo una buena relación obrero-patronal. (Ramírez, 2005)

V. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

A. Descripción del producto

El producto que se trabaja son cierres de cremallera, los cuales se conocen comúnmente como zippers. Estos mismos se definen de acuerdo a los requerimientos del cliente, el cual podrá variar en el color, tamaño, el uso, ya sea abierto o cerrado y si se desea en plástico, polyester o en aluminio o latón y con diferentes jaladores.

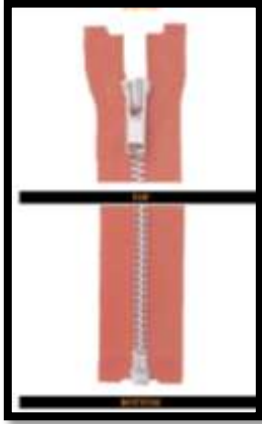
La base principal de estos zippers es la cinta textil al cual tiene incorporado mediante un proceso previo, una serie de dientecillos, ya sea de polyester o de plástico. Por otro lado para fabricar los zippers de metal, se utilizan alambres de aluminio o latón, el cual después es transformado por la maquinaria especializada que se posee, para incorporarlos a la cinta textil.

Todos los zippers poseen las mismas partes, las cuales son:

- Cinta textil
- Dientecillos
- Jalador
- Tope superior
- Tope inferior o caja y pin
- Sello de PVC (sólo si es para zipper abierto)

1. Zippers de aluminio o latón:

Figura # 7: Zipper de aluminio



Este zipper es para uso de chumpas, donde su jalador puede ser de aluminio o de latón, según las especificaciones del cliente, al igual que los dentecillos.

También cumple con las características que poseen una caja y pin en vez de un tope inferior. Esto permite poder abrirlo totalmente.

Por otro lado, sus extremos tienen un corte liso, lo cual se debe a que durante el proceso de ensamblaje se le aplica un sello de PVC y evita que este mismo se deshile.

2. Zippers de polyester:

Figura # 8: Zipper de polyester



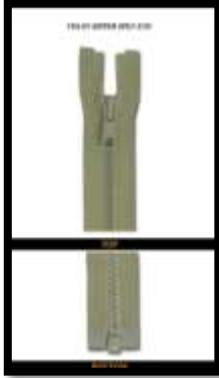
Este zipper es el más popular. Éste posee dentecillos de polyester con jalador y el tope inferior es de aluminio.

Este último limita al zipper poder abrirse completamente, esto se debe a los usos que se le aplican.

También el corte que posee es en forma de zigzag, el cual previene que se deshile el mismo en sus extremos. Por lo que para este producto, no se posee el proceso de aplicación de sello de PVC.

3. Zippers de vislón o plástico:

Figura # 9: Zipper de vislón o plástico



Este zipper posee un jalador, caja, pin y dienteillos de plástico.

Asimismo ya que posee una caja y pin, su uso es para chumpas o accesorios que tengan la característica de abrirse totalmente.

Por otro lado, sus extremos tienen un corte liso, lo cual se debe a que durante el proceso de ensamblaje se le aplicó un sello de PVC y evita que el mismo se deshile.

4. Zippers de polyester para chumpa:

Figura # 10: Zipper de polyester para chumpa



Este zipper posee dienteillos y jalador de polyester.

También tiene una caja y pin, lo cual le da la característica de poder abrirse totalmente.

Por otro lado, sus extremos poseen un corte liso, lo cual se debe a que durante el proceso de ensamblaje se le aplica un sello de PVC y evita que el mismo se deshile.

VI. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

A. Descripción general

La empresa en estudio, se dedica a la elaboración, empaque, distribución y venta de zippers, la cual está organizada por áreas funcionales, es decir, cada área es responsable de determinadas funciones dentro de la empresa.

Actualmente se poseen dos plantas, donde se realizan los diversos procesos concernientes a la producción de los zippers. La planta que se analizará con mayor detalle, se dedica a todo el proceso de producción de zippers excluyendo el teñido y secado de la materia cruda, cinta textil, la cual denominaremos Planta # 1 para el mejor entendimiento del lector.

Asimismo el proceso de teñido y secado de materia cruda se realiza en la otra planta, la cual denominaremos Planta # 2. Esta misma planta posee un área de secado, y otra de pintado. Como también un área de telares, bodega de estos últimos y áreas para depósitos de agua y tanques de combustibles. Estas últimas tres áreas son independientes de la producción de zippers. De esa manera no se tomarán en cuenta para el análisis de este estudio.

Además las dos plantas se encuentran aproximadamente 20 kilómetros de distancia entre sí.

La Planta # 1 consta de dos niveles; en la planta baja se encuentra la línea de ensamble de dientecillos de aluminio o latón, el área de mecánicos, bodega de materia cruda, bodega de materia terminada, bodega de materia prima pintada y el área de pintado de jaladores.

En el segundo nivel se tienen las líneas de producción, las cuales consisten en:

1. Línea de zippers de polyester
2. Línea de zippers de latón y aluminio
3. Línea de zippers de polyester para chumpa
4. Línea de zippers de vislón o plástico

B. Administración de la bodega de material semi procesado en Planta # 1

La bodega de material semi-procesado posee un nivel de stock, de cinta textil ya teñido y jaladores ya pintados.

La empresa maneja diferentes colores de cinta textil. Cada cliente tiene una carta de colores específicos que ellos demandan constantemente. De esta manera en la bodega se posee un stock mínimo de rollos de cinta textil ya teñidos de estos mismos colores, con el fin de agilizar el proceso de ensamble. De otra manera se debe de mandar a pedir que se tiña la cinta textil a la Planta # 2.

El proceso que se requiere si no se posee el material teñido en la Planta # 1, es el siguiente; se revisa primeramente si se posee la cantidad necesaria de material teñido, cinta textil, requerida por el cliente para poder mandarlo a ensamblar, de lo contrario se transporta el material crudo, esto es, sin pintar a la Planta # 2. Allí se tiñe y se seca el material.

Después se debe transportar de regreso a la Planta # 1, donde se revisa que el color sea el adecuado y posea la tonalidad que el cliente requiere.

Si el color del teñido no es el que se desea cuando se revisa en la Planta # 1; este debe ser devuelto a la Planta # 2 y repetir el proceso de teñido y secado. En ambas plantas se posee un registro de pequeñas muestras para que la tonalidad que se desea que tenga la cinta textil teñida sea la misma, esto con el fin de garantizar que el color que se demanda es el adecuado. Además para que éste no vuelva a ser teñido.

C. Descripción del proceso

El procedimiento de elaboración de zippers consiste de varios pasos. Existen diferentes tamaños de zippers de acuerdo a la demanda.

Además se clasifican en zippers abiertos y cerrados, donde los primeros sirven para productos destinados a chumpas, los cuales tienen una pieza diferente a los cerrados, el cual se denomina caja y pin.

En esta categoría entran los zippers de la línea de latón y aluminio, zippers de polyester para chumpa y línea de zippers de vislón, donde también se realiza un corte diferente en la parte inferior del producto, el cual es liso. Esto se debe a que en el proceso del mismo se le aplica un sello de PVC para que el producto no se deshile en sus extremos.

Por otro lado los zippers cerrados tienen un tope inferior. En esta categoría entran los zippers de polyester. Para este tipo de zippers, se realiza un corte en forma de zigzag, ya que no posee el proceso de sellado de PVC como los zippers abiertos, de esta manera previene que el producto se deshile en sus extremos.

También los zippers de metal se ensamblan completamente en la planta, donde se incluye el proceso de troquelado de dientecillos a la cinta textil. En cambio para todos los demás zippers, estos son los de polyester y vislón, la materia prima incluye los dientecillos, los cuales ya vienen previamente incrustados al adquirirlos.

1. Descripción del proceso para zippers cerrados:

- Teñido de cinta textil de diferentes colores.
- Proceso de secado de cinta textil.
- Aplicación de pintura a los jaladores.
- Secado de los jaladores.
- Separación de la parte inferior de la cinta textil (Gapping)
- Colocación de tope inferior.
- Colocación del jalador.
- Colocación de tope superior
- Corte del zipper según el tamaño requerido, el cual es en forma de zigzag.
- Empaque del producto terminado, realizado manualmente.

2. Descripción del proceso para zippers abiertos (chumpa):

- Teñido de cinta textil de diferentes colores.
- Proceso de secado de cinta textil
- Aplicación de pintura a los jaladores.
- Secado de los jaladores.
- Separación de la parte inferior de la cinta textil.(Gapping)
- Quemado de dientecillos.
- Colocación del sellador de PVC a la cinta textil.
- Separación del sellador para la colocación de caja y pin.(Bocadillo)

- Colocación de caja y pin.
- Colocación del jalador
- Colocación de tope superior
- Corte liso del zipper según el tamaño requerido.
- Empaque del producto terminado, realizado manualmente.

3. Descripción del proceso para zippers de aluminio o latón:

- Teñido de cinta textil de diferentes colores.
- Proceso de secado de cinta textil.
- Incorporación de los dientecillos a la cinta textil del zíper teniendo en cuenta que se deja la separación de la parte inferior de la misma.
- Cierre de los dos extremos para formar el zipper.
- Planchado y pulido del producto.
- Aplicación de cera a la cadena de dientecillos.
- Colocación del sellador a la cinta textil.
- Separación del sellador para la colocación del tope.(Bocadillo)
- Colocación de caja y pin.
- Colocación del jalador
- Colocación de tope superior
- Corte liso del zipper según el tamaño requerido.
- Empaque del producto terminado, realizado manualmente.

4. Descripción del proceso para zippers de vislón o plástico:

- Aplicación de pintura a los jaladores.
- Secado de los jaladores.
- Separación de la parte inferior de la cinta textil.(Gapping)
- Colocación del sellador de PVC a la cinta textil.
- Separación del sellador para la colocación de caja y pin.(Bocadillo)
- Colocación de caja y pin.
- Colocación del jalador
- Colocación de tope superior
- Corte liso del zipper según el tamaño requerido.
- Empaque del producto terminado, realizado manualmente.

D. Diagrama del flujo del proceso

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso, el cual favorece la comprensión del mismo a través de un dibujo. A continuación se muestran los diagramas de flujo del proceso de las cuatro líneas de producción.

Diagrama #1: Diagrama del flujo del proceso para zippers cerrados

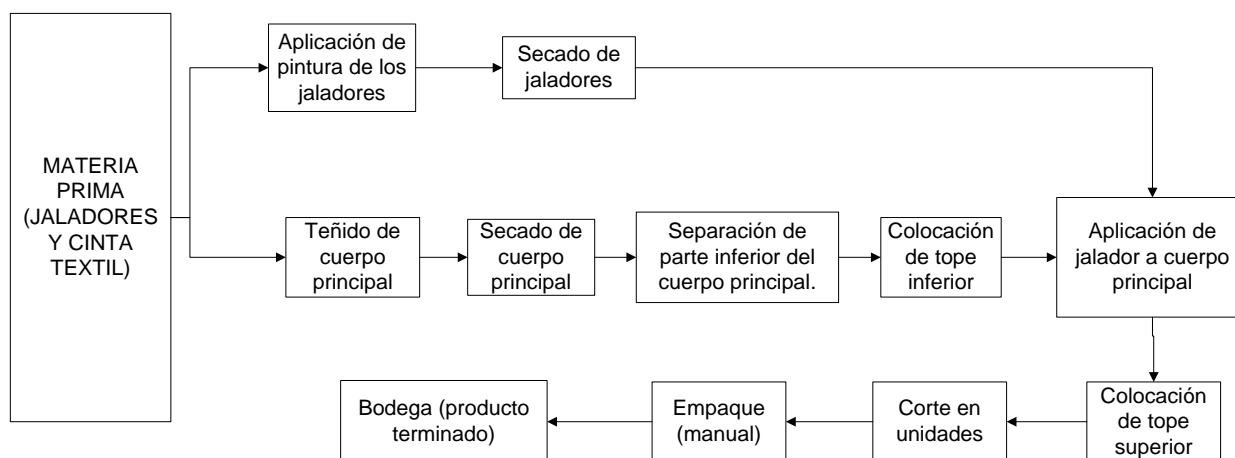


Diagrama # 2: Diagrama del flujo del proceso para zippers abiertos (chumpa)

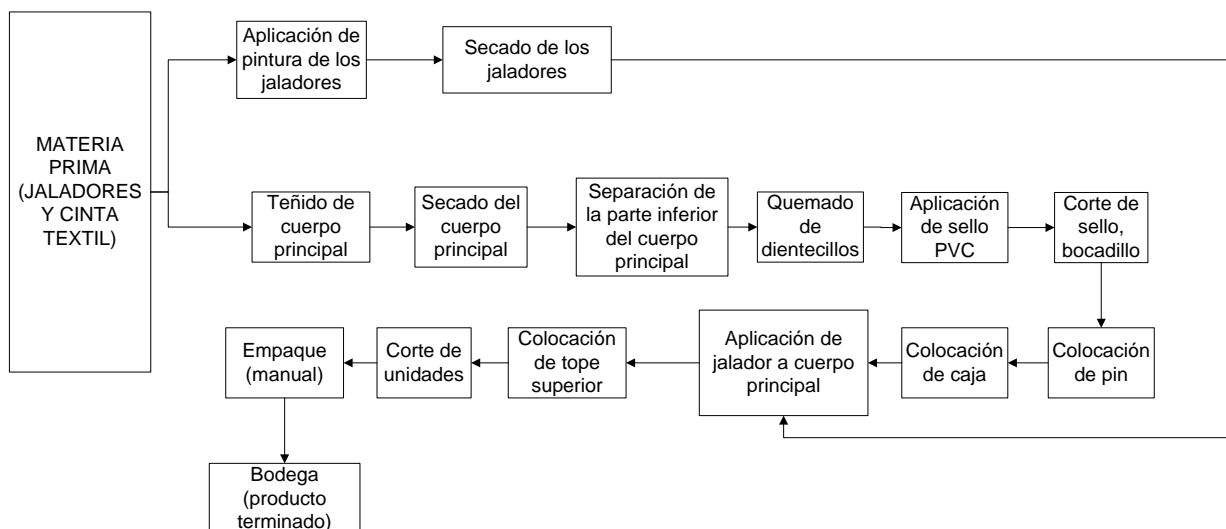


Diagrama # 3: Diagrama del flujo del proceso para zippers de aluminio o latón

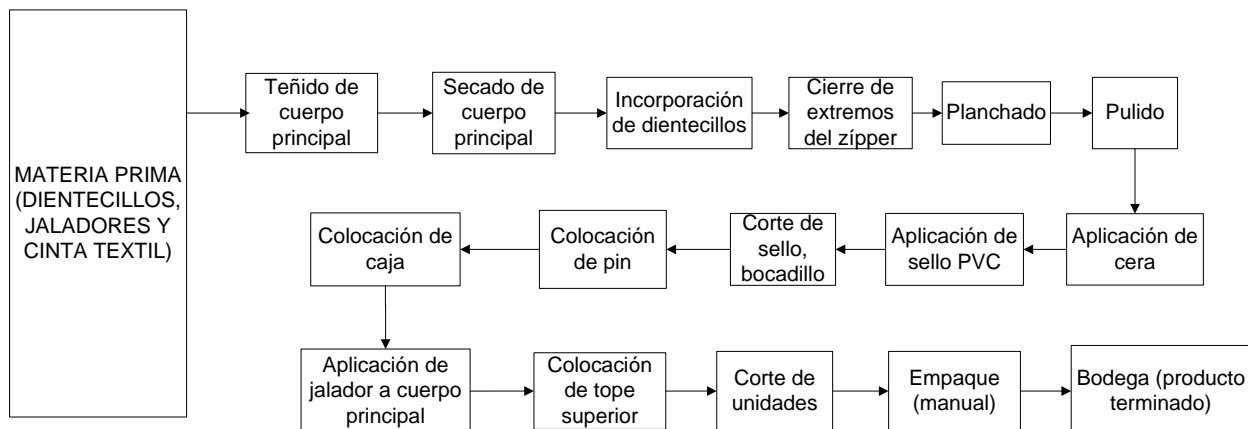
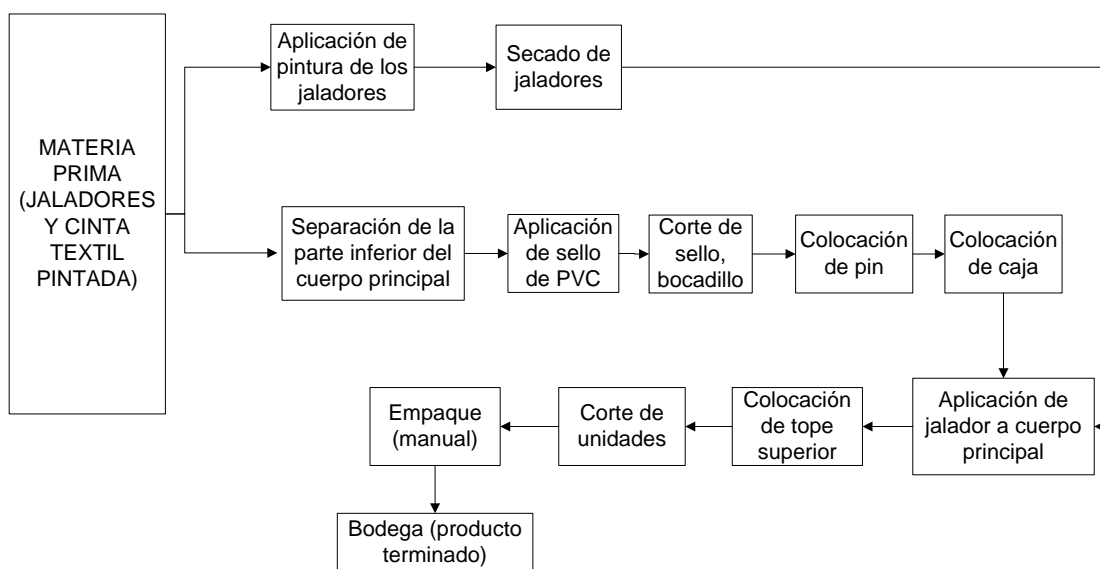


Diagrama # 4: Diagrama del flujo del proceso para zippers de vislón o plástico



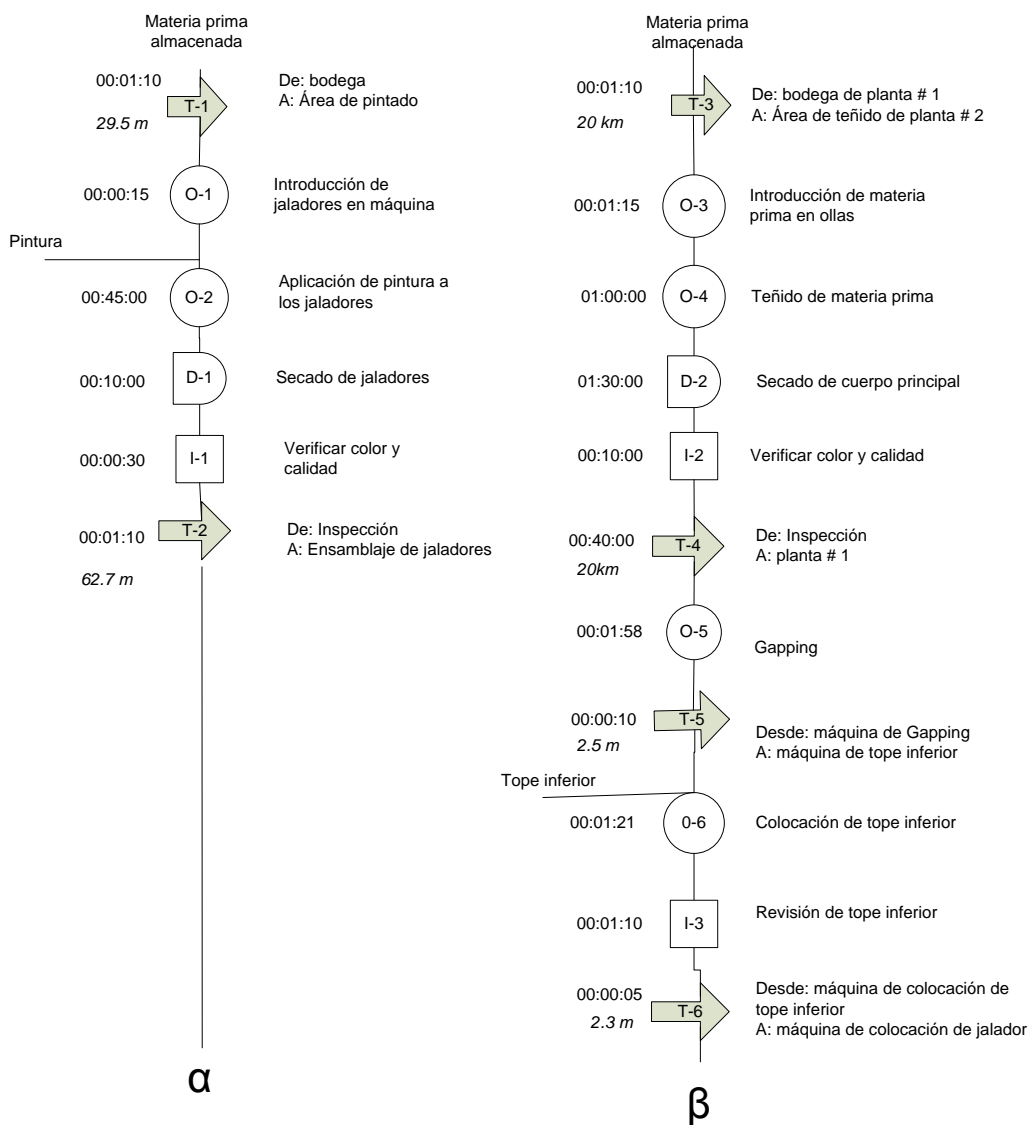
B. Diagrama del proceso de la operación

A continuación se muestran los diagramas de proceso de operación para cada una de las líneas de producción:

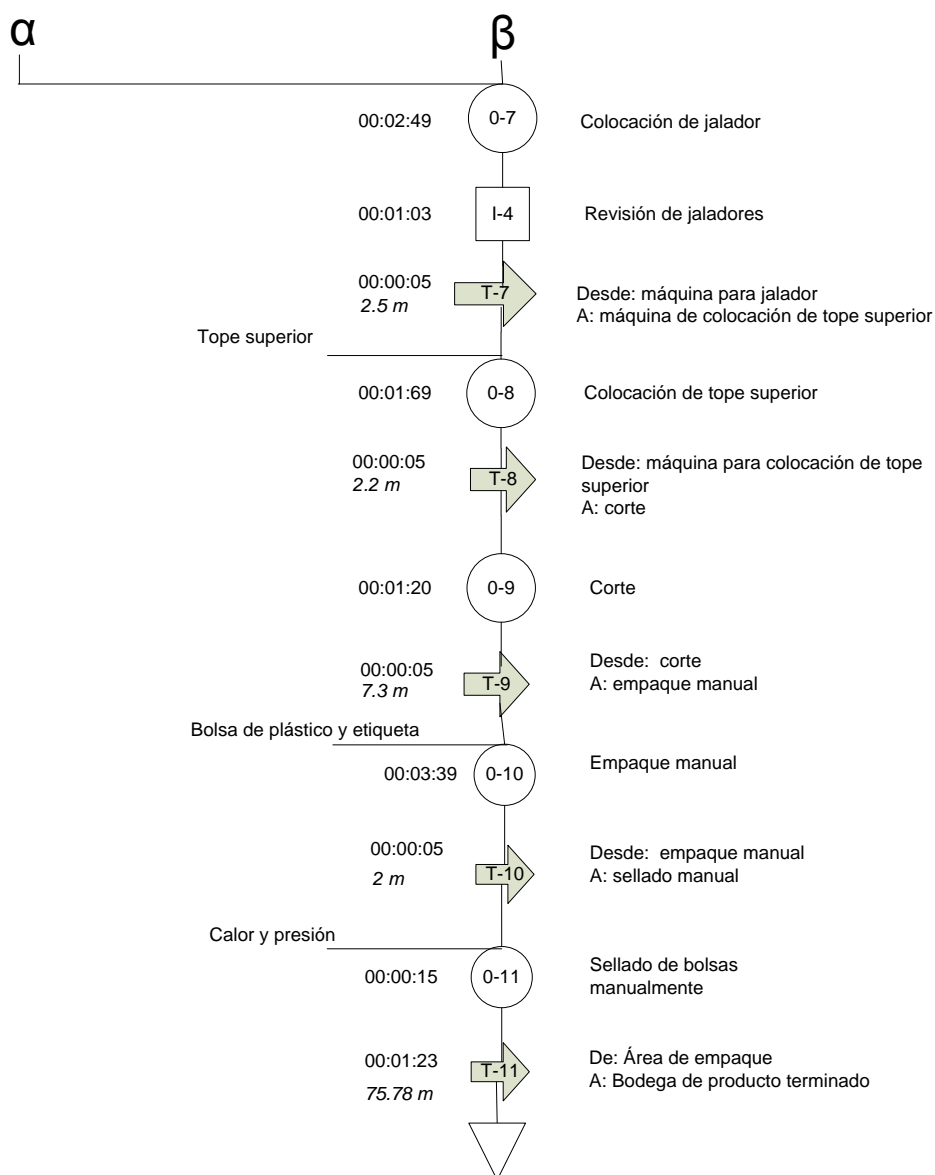
1. Línea de zippers de polyester

Diagrama # 5: DOP actual de la línea de zippers de polyester

DOP Empresa de Producción de Zipper,
 Zipper de polyester con tope de aluminio, 100 unidades, 6"
 desde preparación de materia prima hasta almacenado en bodega
 proceso-actual



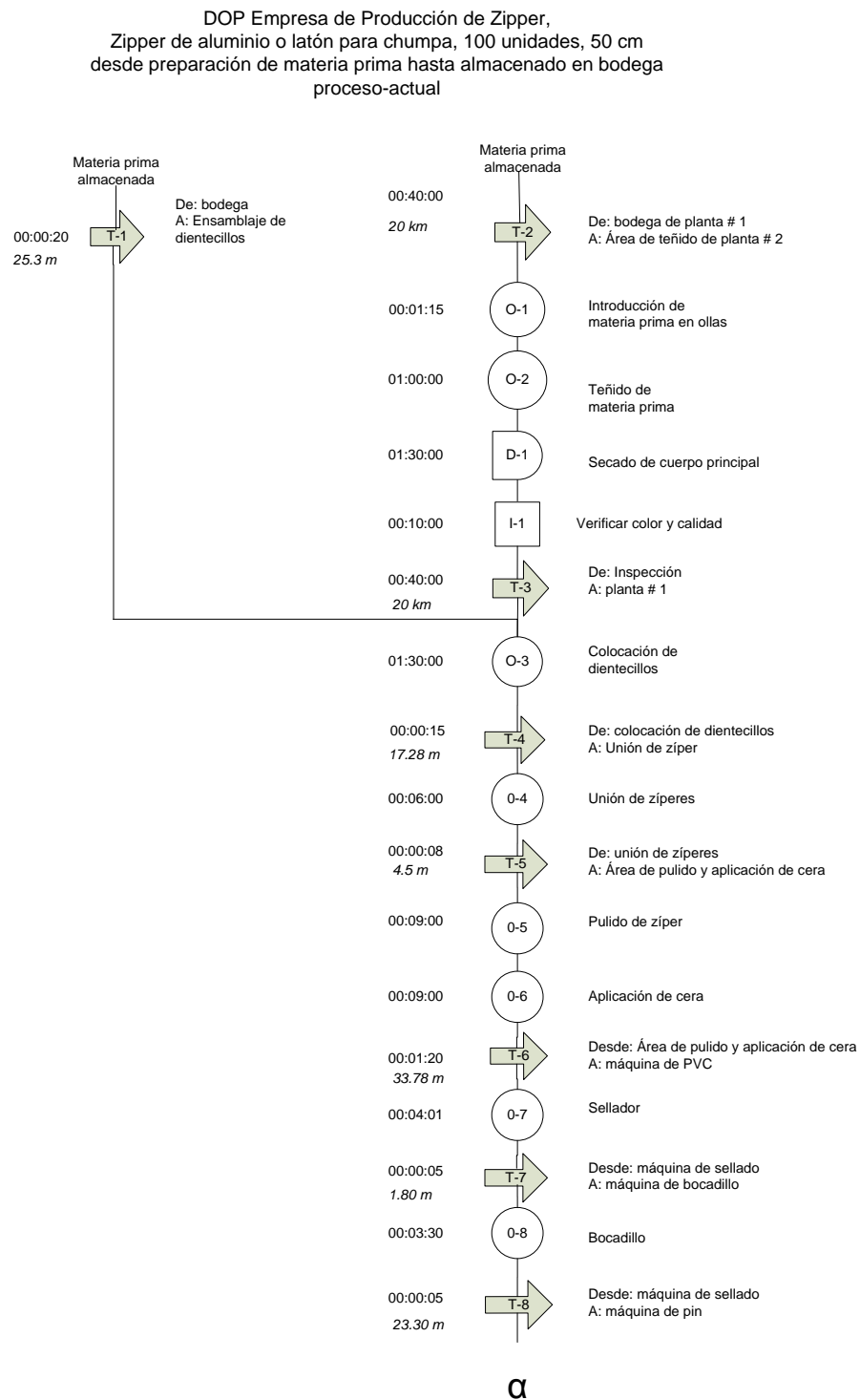
Continuación de Diagrama # 5: DOP actual de la línea de zippers de polyester



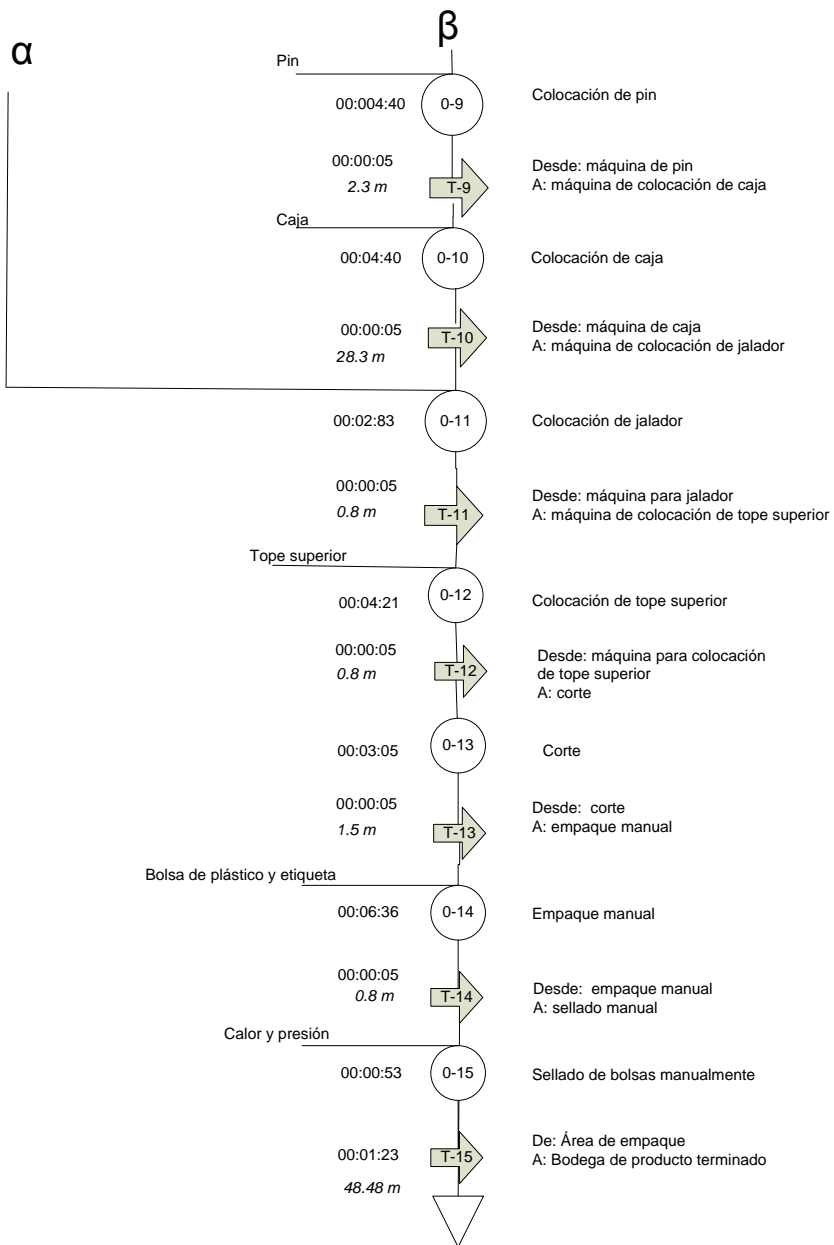
Resumen			
Evento	Número	Duración (min)	Distancia (m)
Operación	11	118.01	40,186.78
Transporte	11	83.78	
Inspección	4	12.43	
Atraso	2	100	
Total	28	314.22	40,186.78

2. Línea de zippers de latón y aluminio

Diagrama # 6: DOP actual de la línea de zippers de latón y aluminio



Continuación de Diagrama # 6: DOP actual de la línea de zippers de latón y aluminio

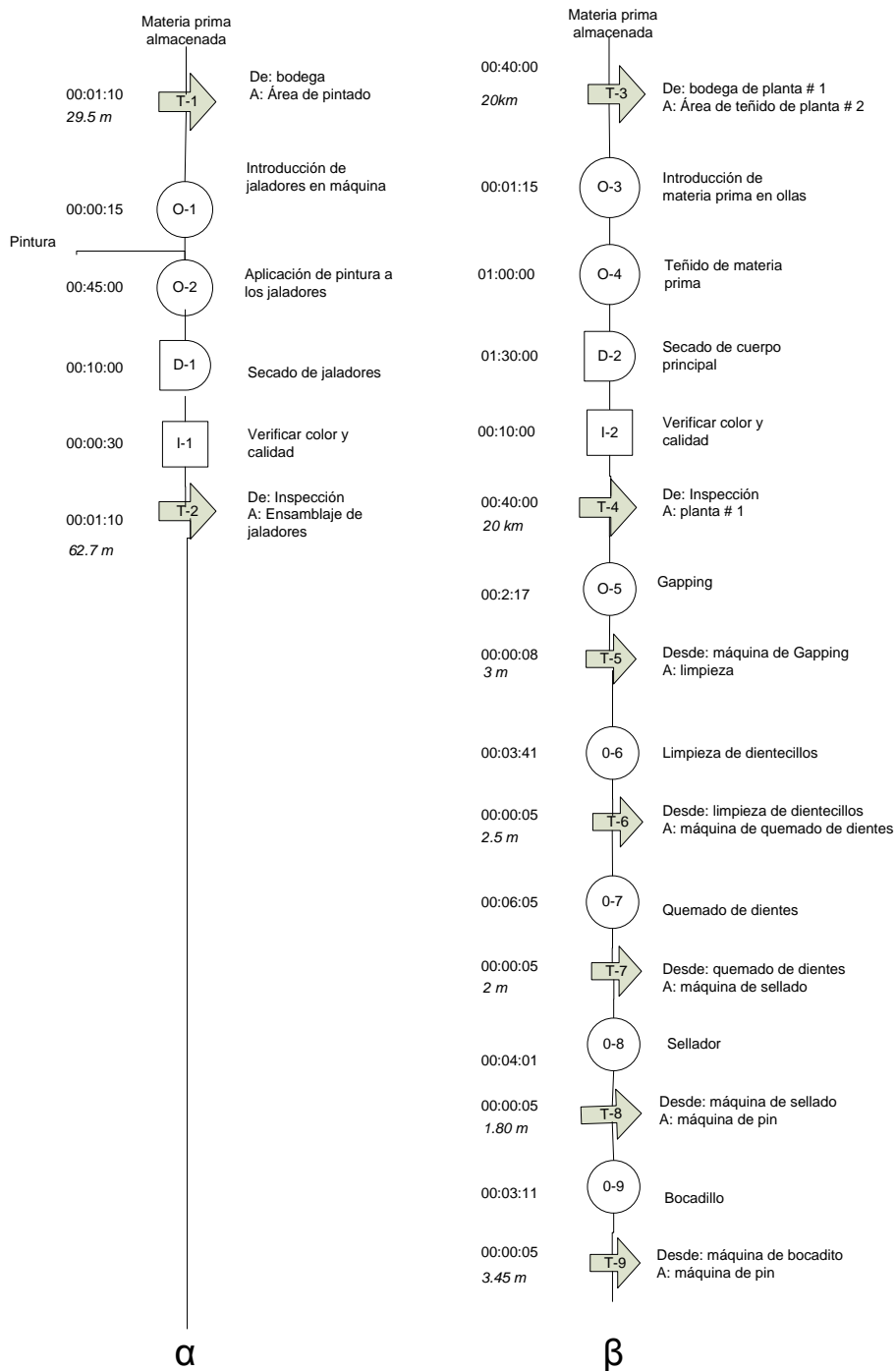


Resumen			
Evento	Número	Duración (min)	Distancia (m)
Operación	15	193.12	40,189.46
Transporte	15	83.26	
Inspección	1	10	
Atraso	1	120	
Total	32	406.38	40,189.46

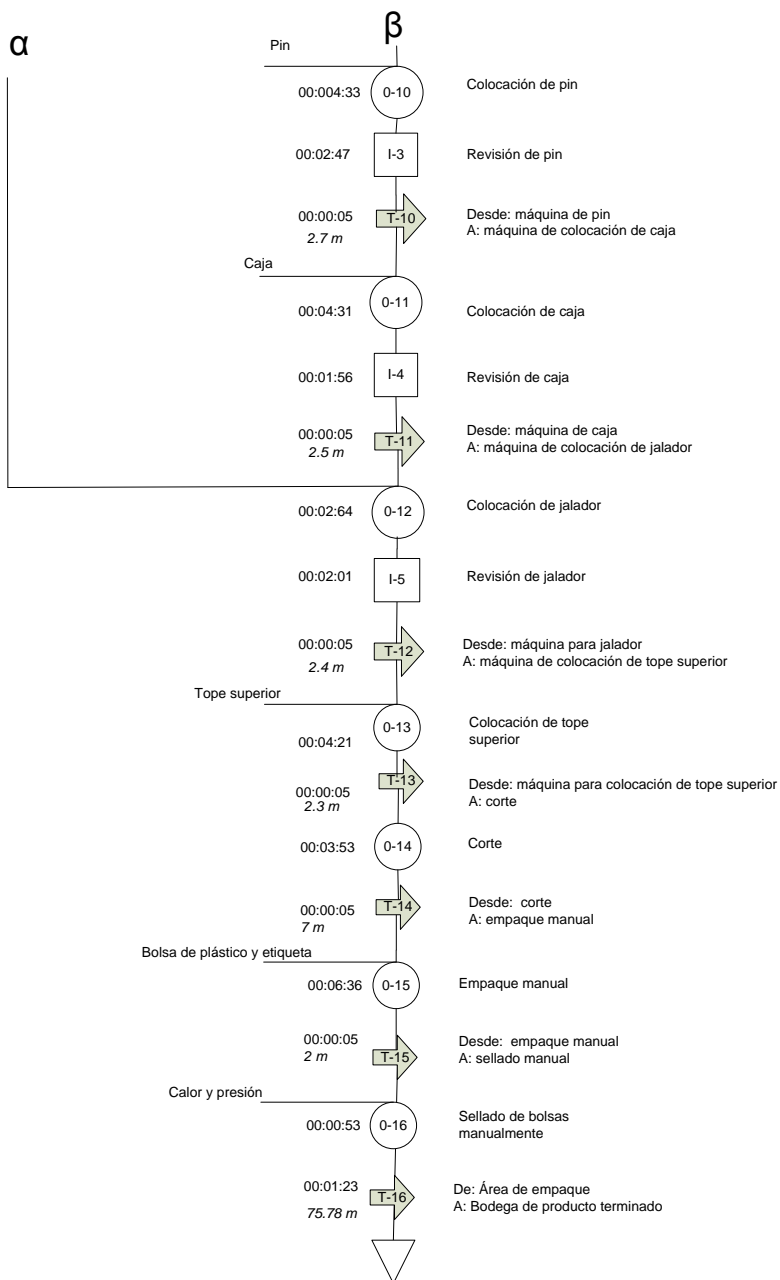
3. Línea de zippers de polyester para chumpa

Diagrama # 7: DOP actual de la línea de zippers para chumpa

DOP Empresa de Producción de Zipper,
 Zipper de polyester para chumpa, 100 unidades, 50 cm
 desde preparación de materia prima hasta almacenado en bodega
 proceso-actual



Continuación de Diagrama # 7: DOP actual de la línea de zippers para chumpa

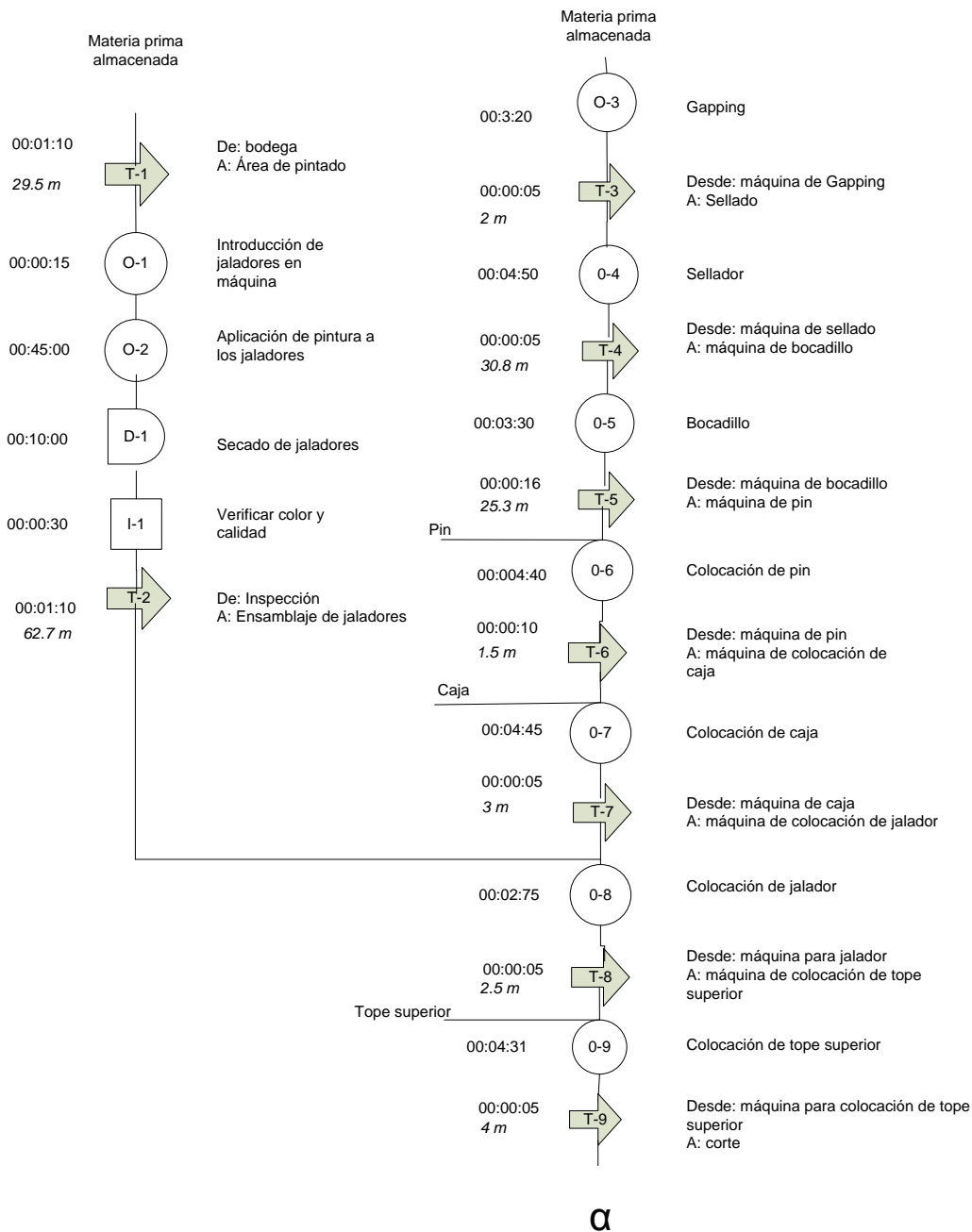


Resumen			
Evento	Número	Duración (min)	Distancia (m)
Operación	18	150.96	40,199.63
Transporte	18	84.01	
Inspección	7	16.49	
Atraso	2	130	
Total	45	381.46	40,199.63

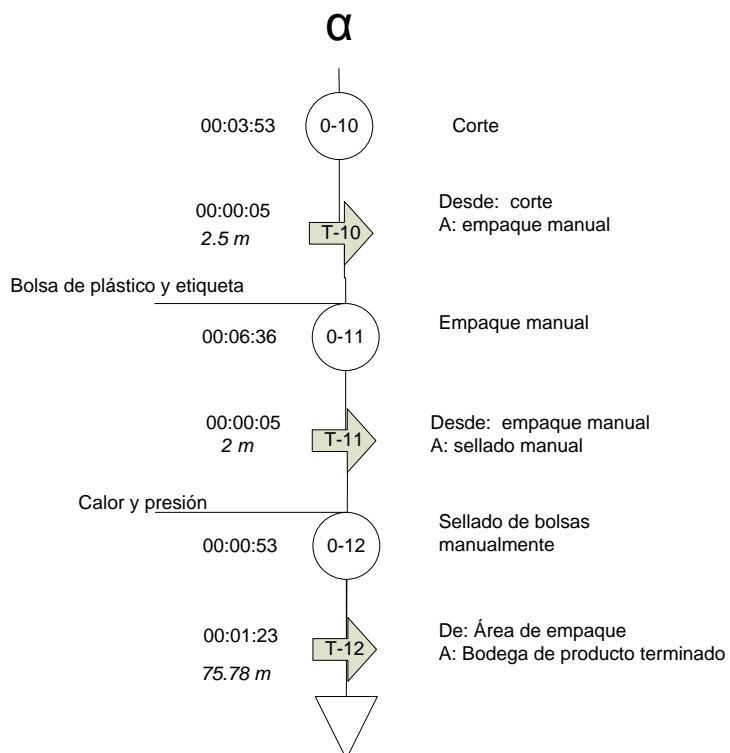
4. Línea de zippers de vislón o plástico

Diagrama # 8: DOP actual de la línea de zippers de vislón o plástico

DOP Empresa de Producción de Zipper,
 Zipper de vislón para chumpa, 100 unidades, 50 cm
 desde preparación de materia prima hasta almacenado en bodega
 proceso-actual



Continuación de Diagrama # 8: DOP actual de la línea de zippers de vislón o plástico



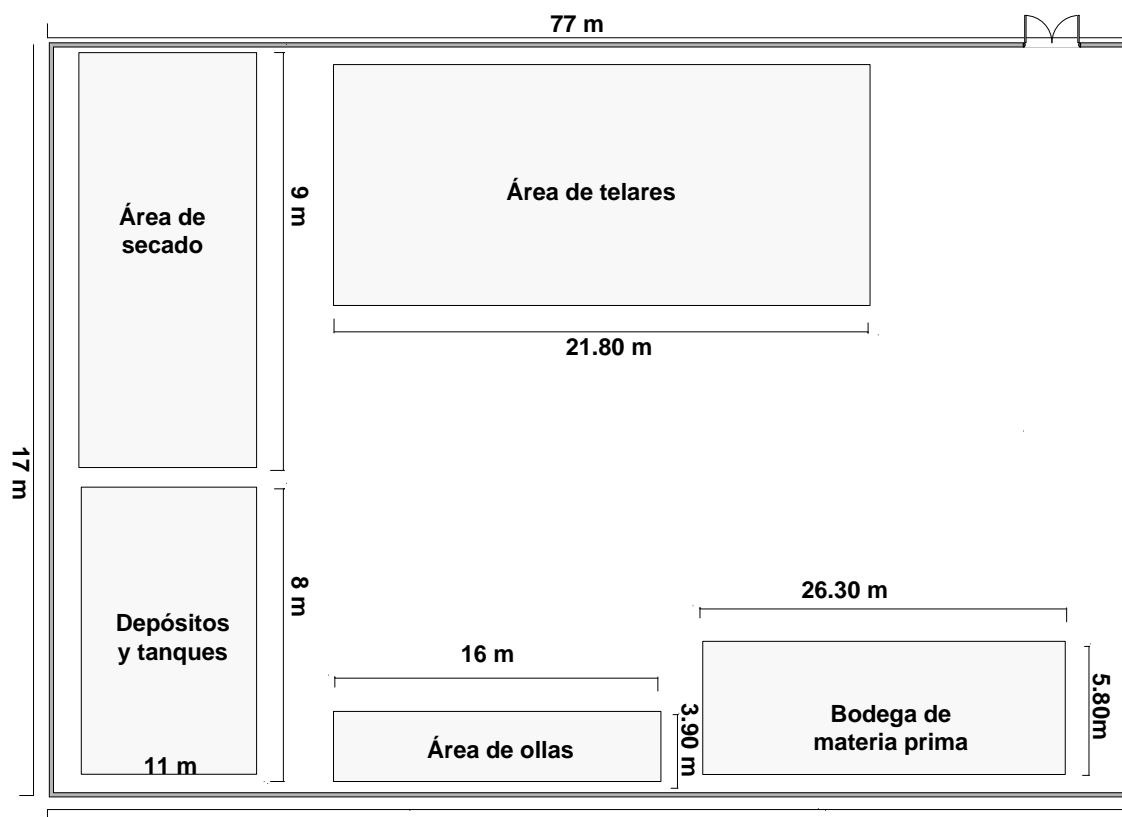
Resumen			
Evento	Número	Duración(min)	Distancia (m)
Operación	12	82.53	241.58
Transporte	12	4.04	
Inspección	1	0.30	
Atraso	1	10	
Total	26	96.87	241.58

C. Layout actual de la planta:

Planta # 2: Fábrica de teñido y secado de cuerpo principal

La planta de teñido y secado de materia prima consta de un solo piso, el cual es de 77x 17 mts.². Las áreas interesadas son el área de secado, la cual es de 11x9 mts.² y el área donde se tiñe el producto, la cual se encuentran las ollas. Esta misma es de 16x 3.90 mts.²

Figura # 11: Plano de la planta de teñido y secado de cinta textil



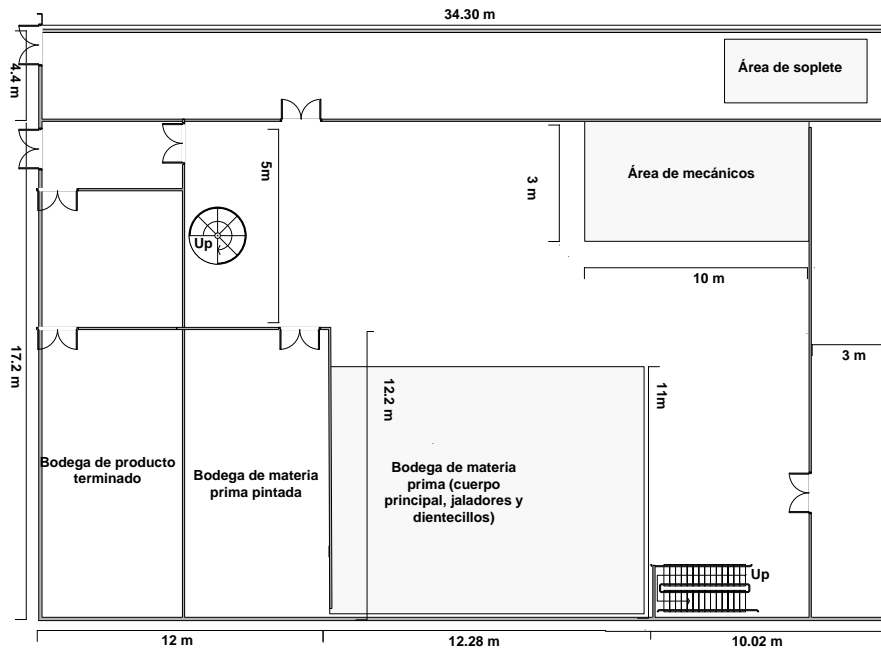
Planta # 1: Planta de ensamblaje del producto

Primer nivel:

El primer nivel consta de la bodega de producto terminado y la bodega de materia prima pintada, las cuales son de 12 x 12.2 mts.². También la bodega de materia prima cruda es de 12.28x 11 mts.² Por último el área de mecánicos es de 10x 3 mts.²

En total toda la planta tiene un área de 34.30 x 21.6 mts.²

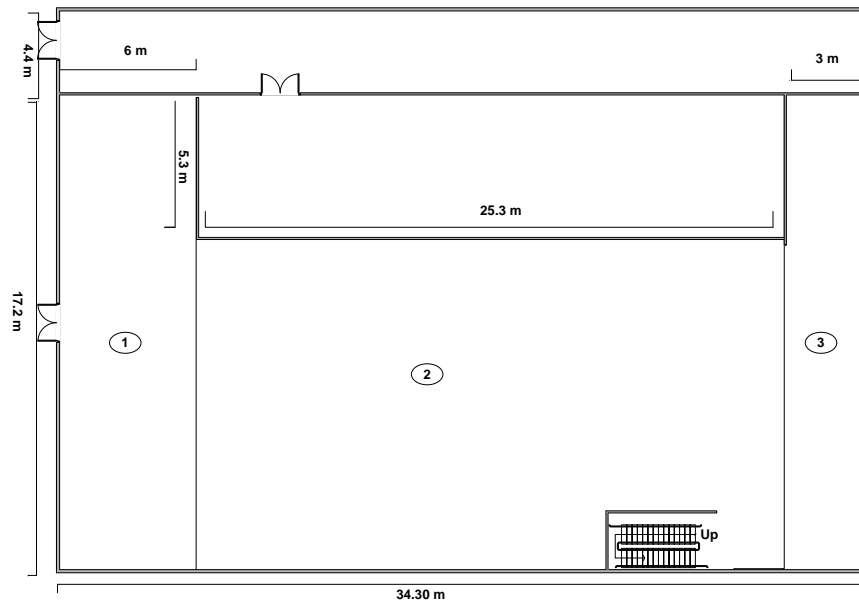
Figura # 12: Plano de la planta de ensamblaje, primer nivel



Segundo nivel:

El segundo nivel es un balcón, el cual se puede dividir en tres diferentes áreas. La primer área como se muestra en la Figura # 13 es de 6×17.2 mts.². La segunda área es de 25.3×11.9 mts.² y la tercera área es de 3×17.2 mts.²

Figura # 13: Plano de la planta de ensamblaje, segundo nivel



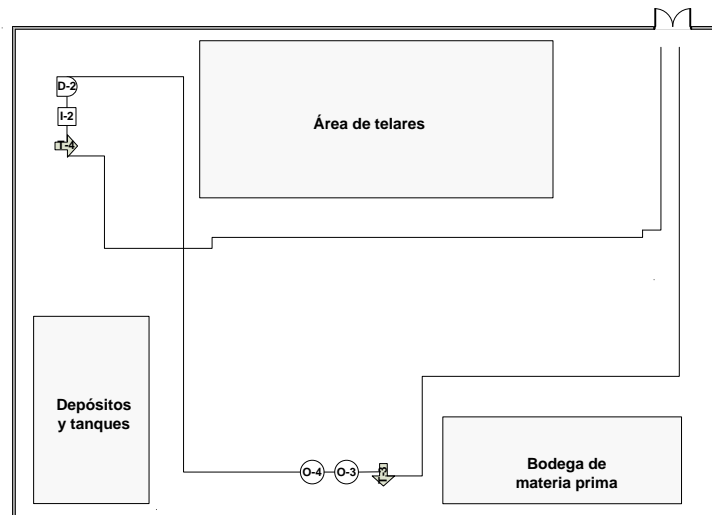
D. Diagrama de recorrido

A continuación se muestran los diagramas de recorrido para cada una de las líneas de producción:

1. Línea de zippers de polyester

Planta # 2: Planta de teñido y secado de cinta textil

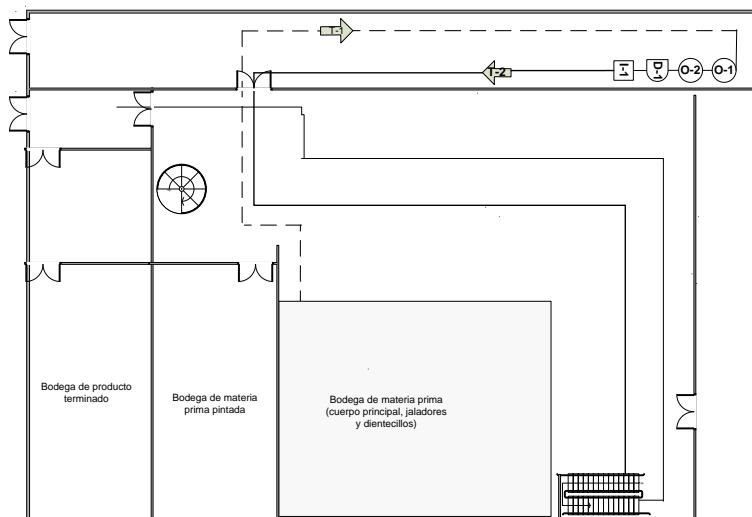
Diagrama # 9: Diagrama de recorrido para la línea de polyester en Planta #2



Planta # 1: Planta de ensamblaje de zippers

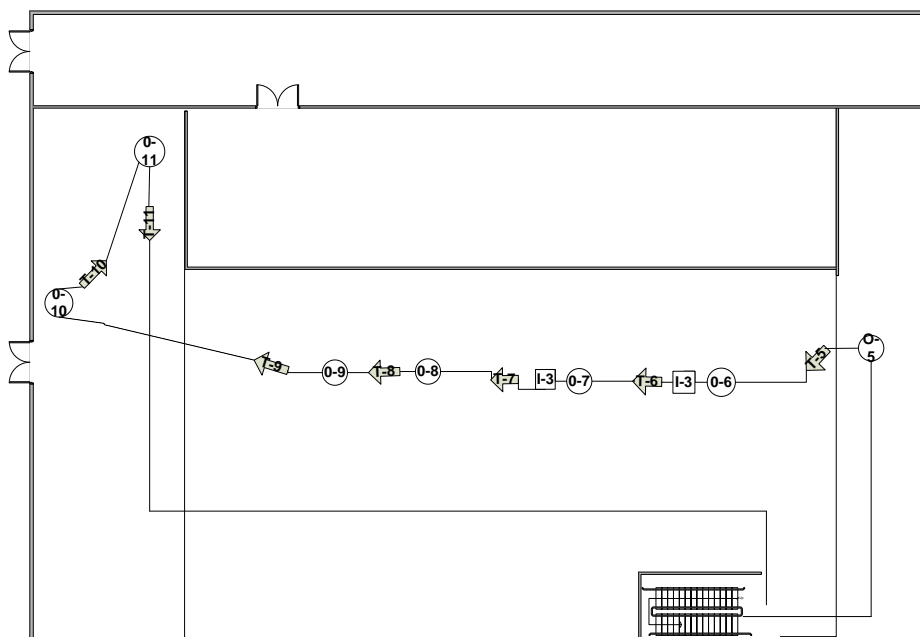
Primer nivel:

Diagrama # 10: Diagrama de recorrido para la línea de polyester en Planta #1, primer nivel



Segundo nivel:

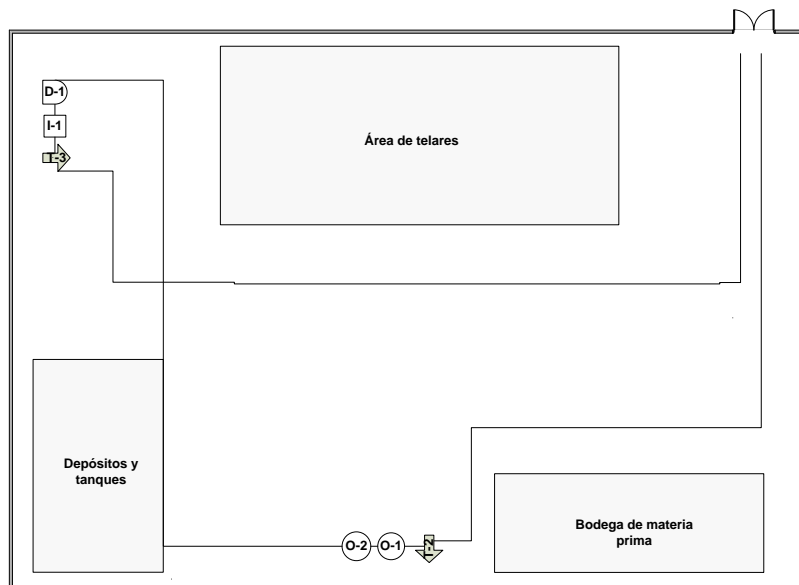
Diagrama # 11: Diagrama de recorrido para la línea de polyester en Planta #1, segundo nivel



2. Línea de zippers de latón y aluminio:

Planta # 2: Planta de teñido y secado de materia prima

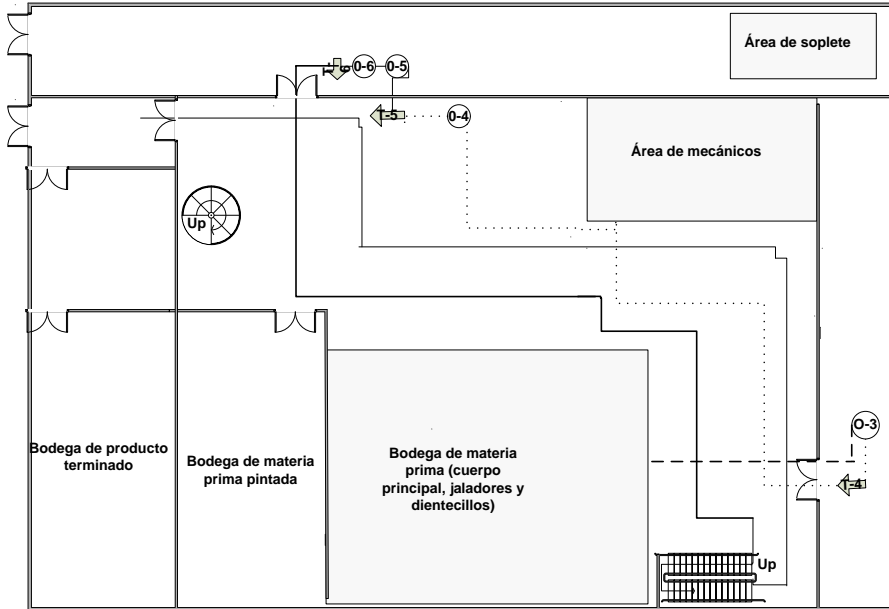
Diagrama # 12: Diagrama de recorrido para la línea de latón y aluminio en Planta #2



Planta # 1: Planta de ensamble de zippers

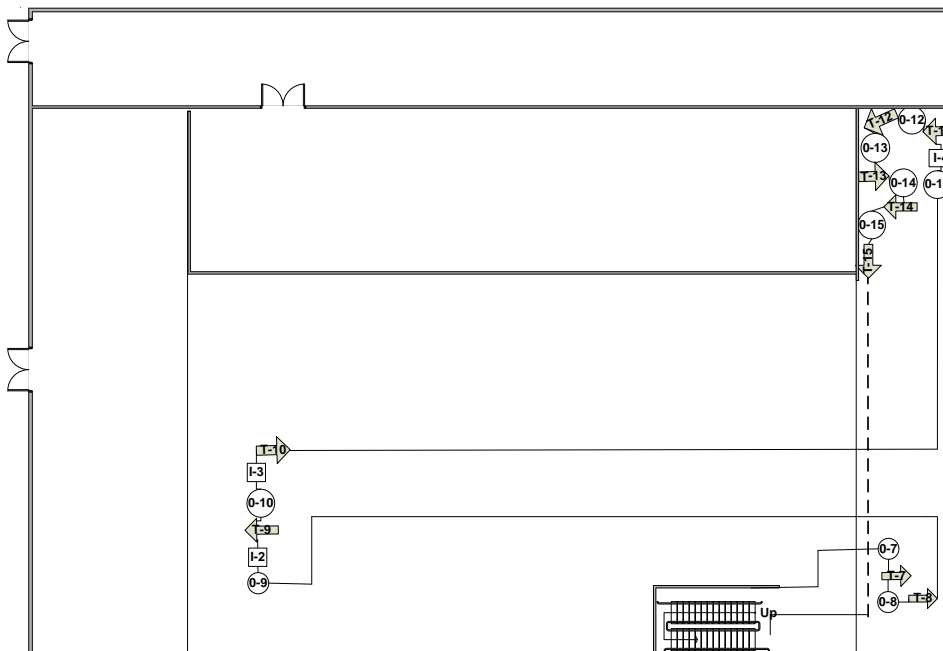
Primer nivel:

Diagrama # 13: Diagrama de recorrido para la línea de latón y aluminio en Planta #1, primer nivel



Segundo nivel:

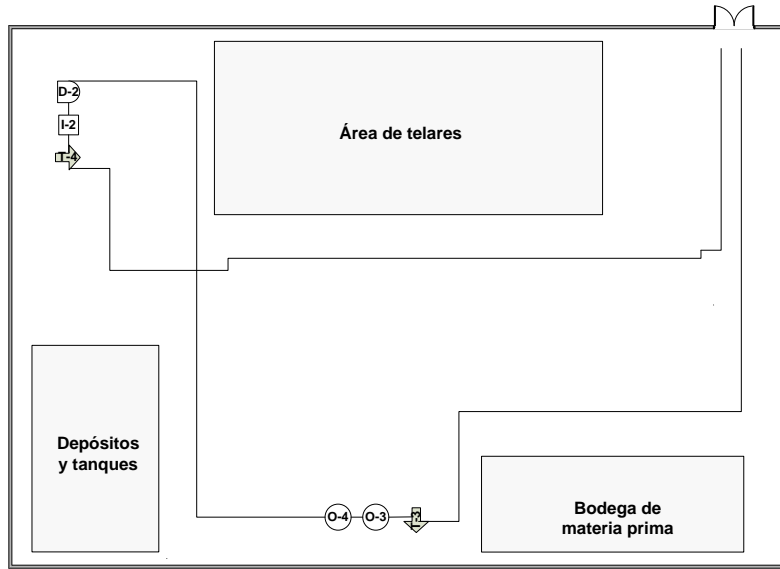
Diagrama # 14: Diagrama de recorrido para la línea de latón y aluminio en Planta #1, segundo nivel



3. Línea de zippers de polyester para chumpa

Planta # 2: Planta de teñido y secado de materia prima

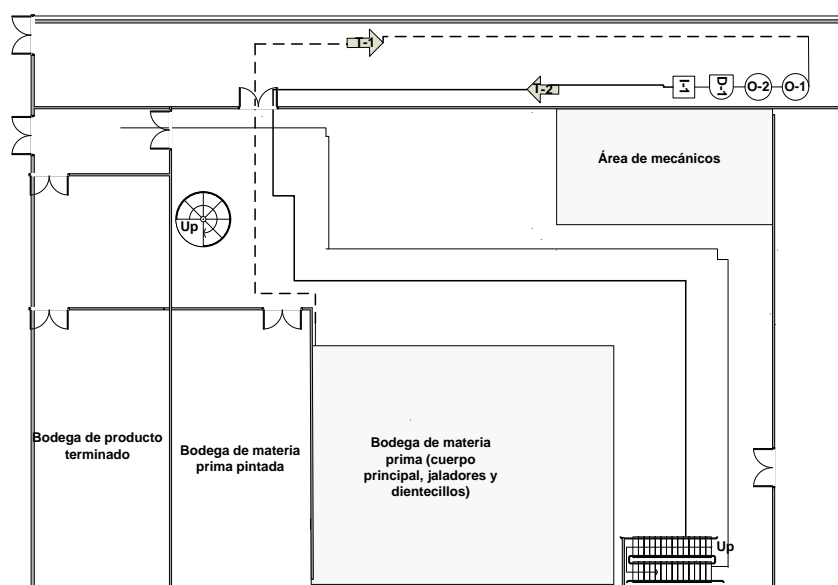
Diagrama # 15: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de polyester para chumpa en Planta #2



Planta # 1: Planta de ensamblaje de zippers

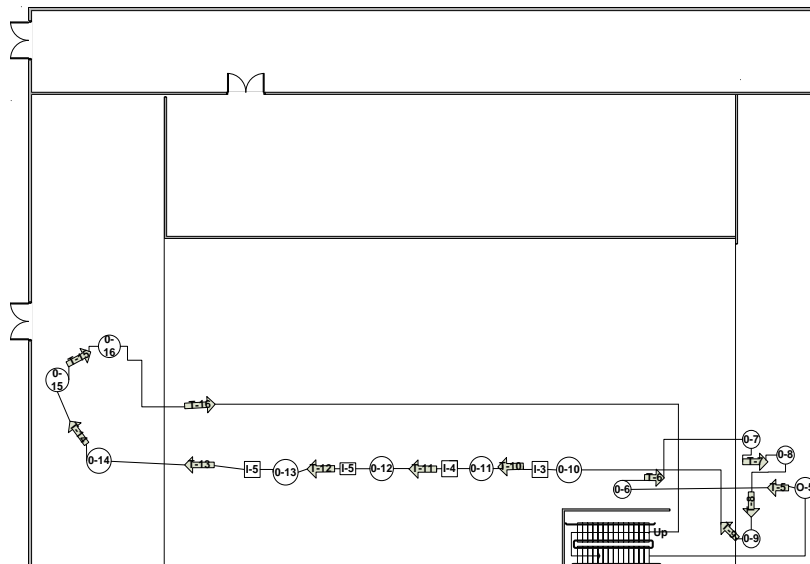
Primer nivel:

Diagrama # 16: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de polyester para chumpa en Planta #1, primer nivel



Segundo nivel:

Diagrama # 17: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de polyester para chumpa en Planta #1, segundo nivel

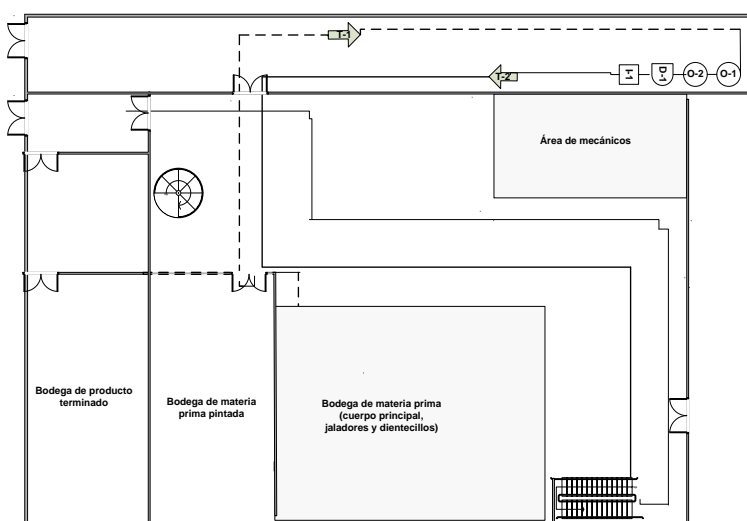


4. Línea de zippers de vislón o plástico

Planta # 1: Planta de ensamblaje de zippers

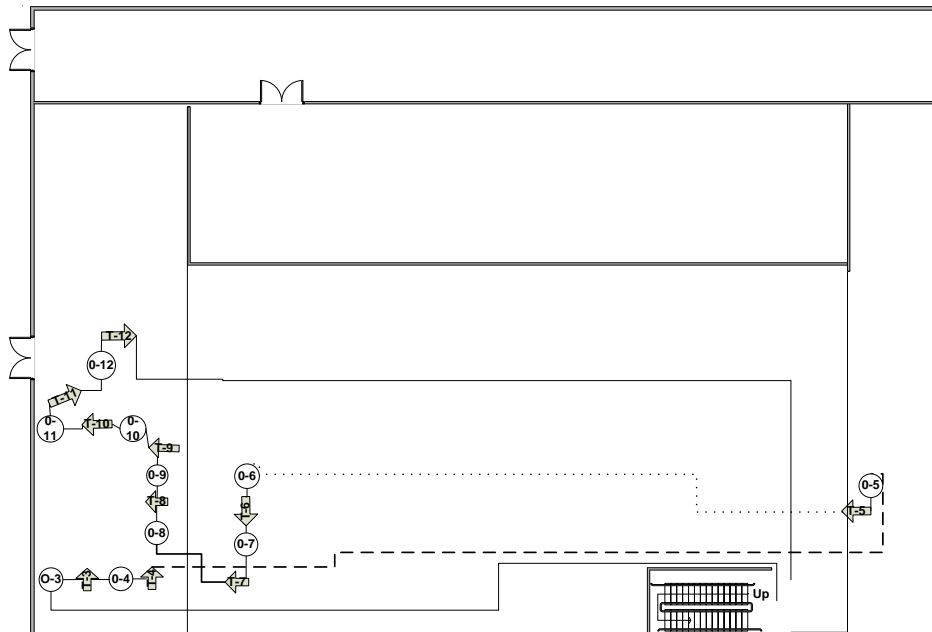
Primer nivel:

Diagrama # 18: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de vislón o plástico en Planta #1, primer nivel



Segundo nivel:

Diagrama # 19: Diagrama de recorrido para la línea de zíperes de vislón o plástico en Planta #1, segundo nivel



E. Estudio de movimiento


El proceso de corte, pin y caja para el zíper de aluminio o latón y vislón se realiza totalmente manual, por lo que a continuación se muestran los diagramas bimanuales de cada proceso.

El primero es el diagrama bimanual para la actividad de corte de las unidades, donde se poseen de dos estaciones manuales para esta actividad. El tiempo estándar para realizar esta tarea es de 3.53 minutos para el corte de 100 unidades.

Diagrama# 20: Diagrama bimanual para la actividad de corte de unidades

Operación: Corte de unidades	Resumen	Mano Izq.	Mano Der.
Nombre del Operador: A	Tiempo efectivo:	0:03:42	0:03:43
Métodos: Actual	Tiempo inefectivo:	0:00:11	0:00:10
	Tiempo ciclo:	3.53 minutos	

Continuación de Diagrama# 20: Diagrama bimanual para la actividad de corte de unidades

						
Descripción mano izquierda	Simb.	Tiempo		Tiempo	Simb.	Descripción mano derecha
Tomar unidades en 1	AL T	0:00:05		0:00:05	RI	Retraso inevitable
Mover unidades en 2	M	0:00:06		0:00:06	M	Mover mano hacia 2
Mover unidades en 3	M	0:00:03		0:00:03	T	Tomar unidades en 2
Mover unidades en 2	M	0:00:03		0:00:03	M	Mover unidades en 3
Soltar unidades en 4	S	0:00:05		0:00:05	RI	Mover unidades a 4
Retraso inevitable	RI	0:00:11		0:00:11	S	Soltar unidades en 4
Repetir este proceso hasta tener 100 unidades contadas		0:03:02		0:03:02		Repetir este proceso hasta tener 100 unidades contadas

A continuación se muestra el diagrama bimanual para la actividad de colocación de caja, de la cual solo se posee una estación manual. Para este proceso el tiempo estándar es de 4.40 minutos al procesar 100 unidades.

Diagrama# 21: Diagrama bimanual para la actividad de colocación de caja


Operación: Colocación de caja	Resumen	Mano Izq.	Mano Der.
Nombre del Operador: A	Tiempo efectivo:	0:04:37	0:04:30
Métodos: Actual	Tiempo inefectivo:	0:00:03	0:00:10
	Tiempo ciclo:	4.40 minutos	
			

Continuación de Diagrama# 21: Diagrama bimanual para la actividad de colocación de caja

Descripción mano izquierda	Simb.	Tiempo		Tiempo	Simb.	Descripción mano derecha
Tomar unidades en 1	AL T	0:00:05		0:00:05	RI	Retraso inevitable
Sostener unidades en 1	SO	0:00:03		0:00:03	M T	Mover y tomar en 2
Mover a 3	M	0:00:03		0:00:03	M	Mover a 3
Ensamblar en 3	E	0:00:05		0:00:05	E	Ensamblar en 3
Mover a 4	M	0:00:03		0:00:03	M	Mover a 4
Mover y soltar en 5	M S	0:00:05		0:00:05	RI	Mover a 5
Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas		0:04:00		0:04:00		Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas

A continuación se muestra el diagrama bimanual para la actividad de colocación de pin, de la cual se poseen dos estaciones manuales. Para este proceso el tiempo estándar es de 4.40 minutos al procesar 100 unidades.

Diagrama# 22: Diagrama bimanual para la actividad de colocación de pin

Operación: Colocación de pin	Resumen		Mano Izq.	Mano Der.		
Nombre del Operador: A	Tiempo efectivo:		0:04:37	0:04:30		
Métodos: Actual	Tiempo inefectivo:		0:00:03	0:00:10		
	Tiempo ciclo:		4.40 minutos			
						
Descripción mano izquierda	Simb.	Tiempo		Tiempo	Simb.	Descripción mano derecha
Tomar unidades en 1	AL T	0:00:05		0:00:05	RI	Retraso inevitable
Sostener unidades en 1	SO	0:00:03		0:00:03	M T	Mover y tomar en 2
Mover a 3	M	0:00:03		0:00:03	M	Mover a 3
Ensamblar en 3	E	0:00:05		0:00:05	E	Ensamblar en 3


Continuación de Diagrama# 22: Diagrama bimanual para la actividad de colocación de pin

Mover a 4	M	0:00:03		0:00:03	M	Mover a 4
Mover y soltar en 5	M S	0:00:05		0:00:05	RI	Mover a 5
Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas		0:04:00		0:04:00		Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas

A continuación se muestra un bimanual analizado del proceso de empaque, ya que este proceso es totalmente manual. Se muestran dos diferentes bimanuales, ya que cada operador realiza esta tarea de la forma que este mismo desea. Consecuentemente se observa que realizan movimientos ineficientes para esta tarea.

Para el primer bimanual el tiempo estándar es de 5.75 minutos, mientras que para el segundo es de 6.35 minutos, esto es para empacar 100 unidades.


Diagrama# 23: Diagrama bimanual para la actividad de empaque manual

Operación: Empaque manual # 1	Resumen		Mano Izq.	Mano Der.	
Nombre del Operador: A	Tiempo efectivo:		0:03:58	0:05:48	
Métodos: Actual	Tiempo inefectivo:		0:02:17	0:00:27	
	Tiempo ciclo:		5.75 minutos		
					
Descripción mano izquierda	Simb.	Tiempo	Tiempo	Simb.	Descripción mano derecha
Tomar unidades en 1	AL T	0:00:12	0:00:12	RI	Retraso inevitable
Mover Unidades en 2	M	0:00:10	0:00:10	AL T	Tomar unidades en 2

Continuación de Diagrama# 23: Diagrama bimanual para la actividad de empaque manual

Sostener unidades en 2	SO	0:00:51		0:00:51	AL T	Repetir hasta que se acaben las unidades
Retraso inevitable	RI	0:00:05		0:00:05	P	Posicionar unidades en 3
Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas		0:02:44		0:02:44		Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas
Alcanzar y tomar bolsa plástica en 4	AL T	0:00:15		0:00:15	RI	Retraso inevitable
Sostener bolsa plástica en 2	SO	0:01:18		0:00:12	S	Abrir bolsa y soltarla
				0:00:05	M T	Mover y tomar unidades en 3
				0:00:10	M	Mover e introducir unidades en 2
				0:00:40	M	Repetir esto hasta que todas las unidades estén dentro de la bolsa
				0:00:11	M	Mover e introducir etiqueta en 4
Mover y soltar bolsa hacia 5	M S	0:00:10		0:00:10	RI	Retraso inevitable

Diagrama# 24: Diagrama bimanual para la actividad de empaque manual

Operación: Empaque manual # 1	Resumen		Mano Izq.	Mano Der.	
Nombre del Operador: B	Tiempo efectivo:		0:03:49	0:05:57	
Métodos: Actual	Tiempo inefectivo:		0:02:47	0:00:39	
	Tiempo ciclo:		6.36 minutos		
					
Descripción mano izquierda	Simb.	Tiempo	Tiempo	Simb.	Descripción mano derecha
Tomar unidades en 1	AL T	0:00:12	0:00:12	RI	Retraso inevitable
Mover Unidades en 2	M	0:00:10	0:00:10	AL T	Tomar unidades en 2
Sostener unidades en 2	SO	0:00:05	0:00:05	PP	Preposicionar en 3

Continuación de Diagrama# 24: Diagrama bimanual para la actividad de empaque manual

Retraso inevitable	RI	0:00:51		0:00:51		Repetir hasta que se acaben las unidades que sostiene
Alcanzar y tomar unidades en 3	AI T	0:00:12		0:00:12	RI	Retraso inevitable
Sostener unidades en 2	SO	0:00:05		0:00:05	SO	Sostener unidades en 2
Sostener unidades en 2	SO	0:00:30		0:00:30		Repetir hasta que se acaben las unidades que sostiene
Retraso inevitable	RI	0:00:05		0:00:05	PP	Preposicionar unidades en 4
Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas		0:00:30		0:00:30		Repetir este proceso hasta tener 100 ó 144 unidades contadas
Alcanzar y tomar bolsa plástica en 5	AL T	0:00:15		0:00:15	RI	Retraso inevitable
Sostener bolsa plástica en 3	SO	0:01:11		0:00:12	S	Abrir bolsa y soltarla
				0:00:05	M T	Mover y tomar unidades en 4
				0:00:10	M	Mover e introducir unidades en 3
				0:00:40		Repetir esto hasta que todas las unidades estén dentro de la bolsa
				0:00:11	M	Mover e introducir etiqueta en 5
				0:00:10	RI	Retraso inevitable
Mover y soltar bolsa hacia 6	M S	0:00:10		0:00:10	RI	Retraso inevitable

F. Cantidad de maquinaria por línea

A continuación se muestra la cantidad de maquinaria que se utiliza para cada una de las cuatro líneas que se poseen.

Para la línea de polyester se posee,

- 3 máquinas, la cuales cortan la parte inferior de la cinta textil
- 2 máquinas automáticas para colocación de tope inferior
- 2 máquinas manuales para colocación de tope inferior manuales
- 6 máquinas automáticas para colocación de jalador
- 2 máquinas manuales para colocación de jalador
- 3 máquinas para colocación de tope superior (2 automática y 1 manual)

- 3 máquinas de corte

Para la línea de polyester para chumpa se posee,

- 1 máquina, la cual corta la parte inferior del de la cinta textil,
- 1 máquina quemadora de dientes,
- 1 máquina de aplicación de sello de PVC
- 1 máquina de aplicación de bocadillo
- 2 máquinas automáticas de colocación de pin
- 1 máquina manual para colocación de pin
- 2 máquinas automáticas de colocación de caja
- 1 máquina manual de colocación de caja
- 1 máquina automática de colocación de jalador
- 1 máquina manual para colocación de jalador
- 2 máquinas para colocación de tope superior
- 4 máquinas de corte

Para la línea de aluminio o latón se posee,

- 10 máquinas para el ensamblado de dientecillos en cinta textil
- 2 máquinas para la unión del zipper
- 1 máquina para el pulido de la cadena del zipper
- 1 máquina para encerar la cadena del zipper
- 1 máquina de aplicación de sello de PVC
- 2 máquinas de colocación de pin
- 1 máquina para la colocación de caja
- 2 máquinas para colocación de jalador
- 3 máquinas para la colocación de tope superior
- 4 máquinas de corte

Para la línea de vislón se posee,

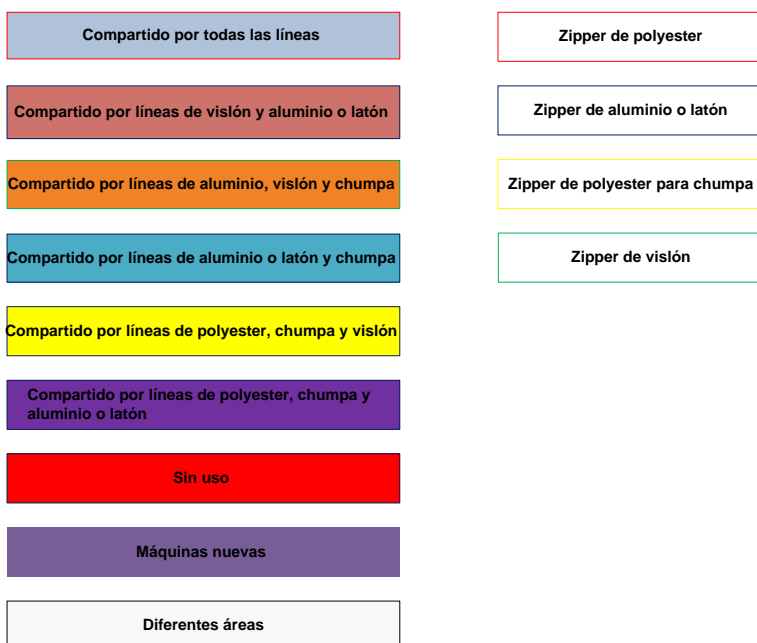
- 1 máquina, la cual realiza el corte en la parte inferior de la cinta textil
- 1 máquina de aplicación de sello de PVC
- 1 máquina de aplicación de bocadillo
- 1 máquina para colocación de caja
- 2 máquinas para colocación de pin
- 2 máquinas para colocación de jalador
- 1 máquinas de corte

Para el teñido de la cinta textil se poseen 5 ollas de teñido, y 3 máquinas de secado para las líneas de polyester, aluminio o latón y chumpa. También se poseen 9 estaciones de empaque manual para las 4 líneas.

G. Distribución de la maquinaria por línea

La maquinaria que se utiliza tanto en la planta # 1 como en la # 2 se comparte de acuerdo al proceso que se desea realizar. De esta manera se clasificó la maquinaria que se comparte de acuerdo al siguiente diagrama,

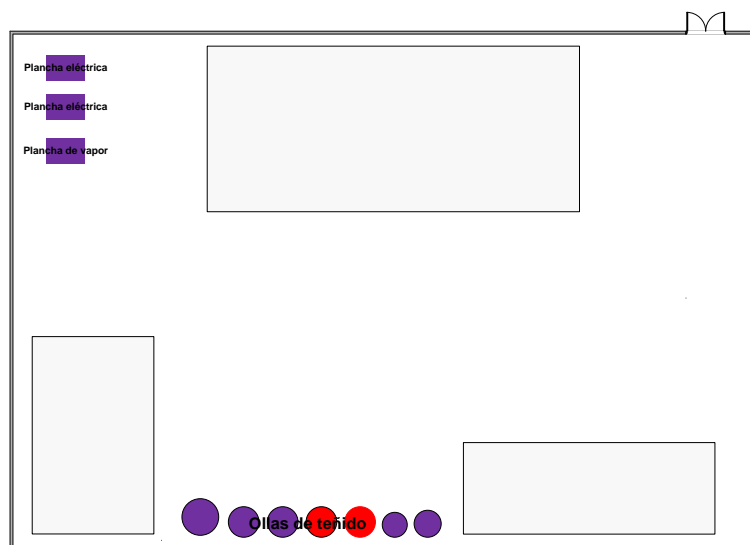
Diagrama #25: distribución de maquinaria de acuerdo a los colores mostrados



Planta # 2: Planta de teñido y secado de materia prima

La maquinaria que se utiliza en esta planta son las ollas de teñido. Todas estas son compartidas por las líneas de polyester, aluminio o latón y polyester para chumpa. Después se posee la maquinaria de secado. Estas mismas se comparten para las mismas líneas mencionadas anteriormente.

Diagrama #26: Diagrama de distribución de maquinaria en Fábrica # 2

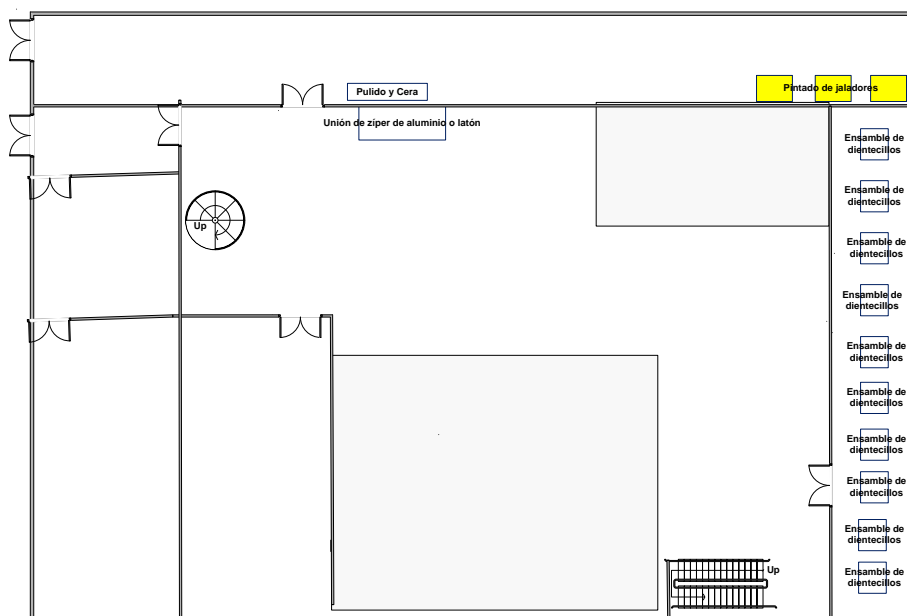


Planta # 1: Planta de ensamblaje de zippers

Primer nivel:

En este nivel se poseen las máquinas de pintado de jalador, las cuales se comparten para las líneas de vislón, polyester y chumpa. Se poseen las máquinas de incorporación de dienteclillos, unión de zíper, planchado y pulido, las cuales se utilizan solamente para la línea de aluminio o latón.

Diagrama #27: Diagrama de distribución de maquinaria en Planta # 1, primer nivel



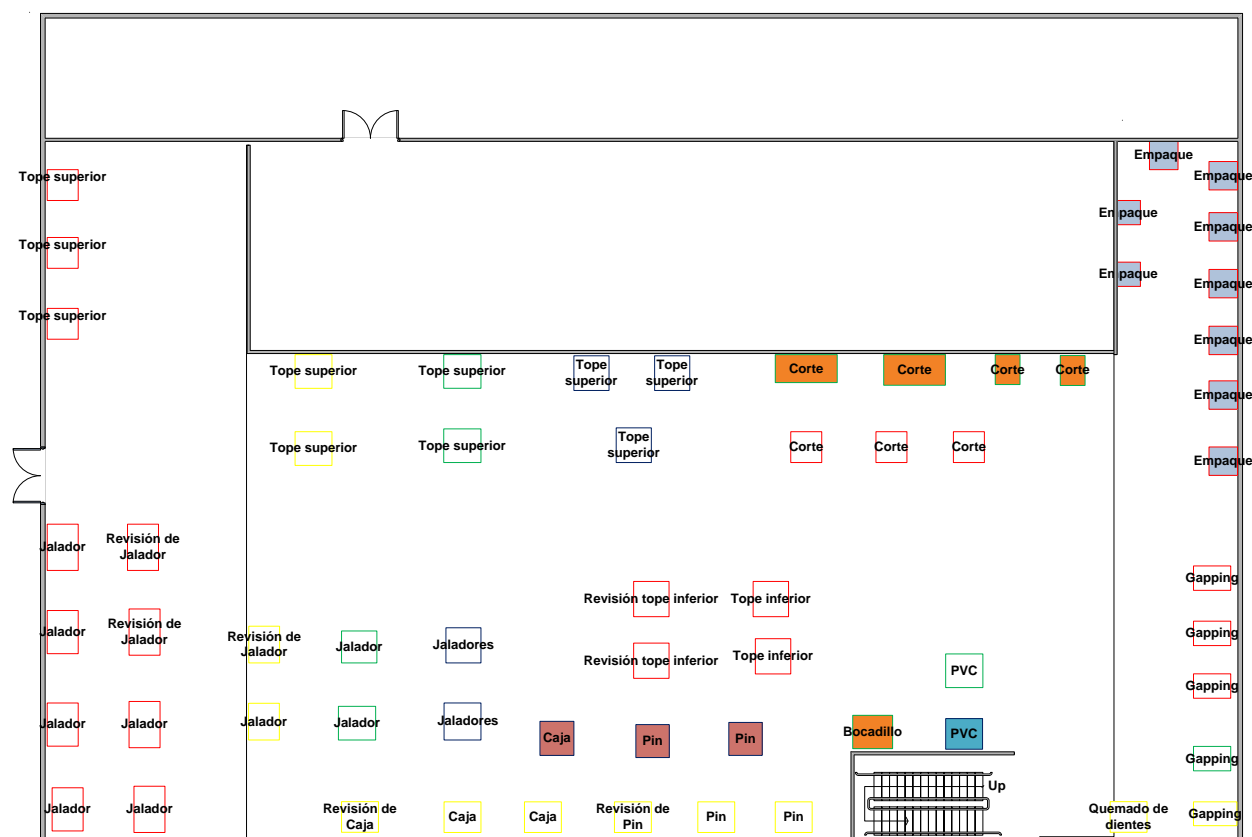
Segundo nivel:

En el segundo nivel, se posee toda la demás maquinaria para el ensamblaje de los zippers. Para la línea de polyester toda la maquinaria para dicho producto, no se comparte con ninguna otra línea.

Después para la línea de chumpa sólo se comparten la maquinaria de colocación de sello de PVC con la línea de aluminio o latón. La maquinaria de aplicación de bocadillo y corte se comparten entre las líneas de chumpa, vislón y aluminio o latón.

Las líneas de vislón y aluminio o latón se comparten la maquinaria de colocación de pin y caja. Por último todas las líneas comparten las nueve estaciones de empaque que se poseen.

Diagrama #28: Diagrama de distribución de maquinaria en Planta # 1, segundo nivel



H. Análisis del proceso de producción

Las cuatro líneas comparten ciertas máquinas, por lo que la distribución de horas disponibles difiere de acuerdo al producto, ya sea zippers de aluminio o latón, vislón o polyester para chumpa.

Debido a que las horas disponibles que se poseen es de 528 minutos u 8.8 horas diarias, éstas se deben de distribuir de acuerdo al uso que le dan a cada maquinaria con respecto a la demanda de cada producto, esto mismo para obtener el tiempo ritmo. Este último se define como el tiempo disponible entre la cantidad requerida a producir.

Se tomó la demanda de los meses de enero a junio del presente año como muestra representativa para estimar las horas distribuidas que le dedican a cada proceso, esto se debe a que la demanda es continua durante todo el año.

De este modo se obtuvieron los siguientes resultados,

- Para la línea de polyester se obtuvo una demanda promedio de 96,028 unidades mensuales
- Para la línea de polyester para chumpa se obtuvo una demanda promedio de 8,535 unidades mensuales.
- Para la línea de vislón se obtuvo una demanda promedio de 1,025 unidades mensuales.
- Para la línea de aluminio o latón se obtuvo una demanda promedio de 4,810 unidades mensuales.

1. Distribución de las horas disponibles de acuerdo al proceso: De acuerdo a la demanda estimada anteriormente de cada producto, se calculó un porcentaje de tiempo para cada línea que requiere del uso de la maquinaria compartida, siendo el tiempo total que se posee al día de 528 minutos. Con este tiempo se puede producir aproximadamente 5,348 unidades. Por esto, este tiempo calculado es el tiempo máximo que se le puede asignar a cada línea para que pueda completar el proceso.

A continuación se muestran en las siguientes tablas la distribución de las horas disponibles que se le atribuyen a cada producto de acuerdo al proceso que se requiere, esto es a los procesos, donde se comparten la maquinaria.

a. Proceso de pintado de jaladores:**Tabla # 5: Distribución de minutos disponibles para el proceso de pintado de jaladores para cada línea**

Tipo de zippers	Minutos disponibles
Total	528.00
Chumpa	112.45
Vislón	48.20
Polyester	367.35

b. Proceso de teñido y secado de cinta textil:**Tabla # 6: Distribución de minutos disponibles para proceso de teñido de cuerpo principal y secado de materia prima para cada línea**

Tipo de zippers	Minutos disponibles
Total	528.00
Chumpa	77.46
Aluminio y latón	52.34
Polyester	398.20

c. Proceso de aplicación de bocadillo y corte:**Tabla # 7: Distribución de minutos disponibles para proceso de aplicación de bocadillo y corte para cada línea**

Tipo de zippers	Minutos disponibles
Total	528.00
Chumpa	313.60
Vislón	37.65
Aluminio y latón	176.74

d. Aplicación de sello de PVC :**Tabla # 8: Distribución de minutos disponibles para proceso de aplicación de sello PVC para cada línea**

Tipo de zippers	Minutos disponibles
Total	528.00
Chumpa	337.68
Aluminio y latón	190.31

e. Colocación de pin y caja:

Tabla # 9: Distribución de minutos disponibles para proceso de aplicación de pin y caja para cada línea

Tipo de zippers	Minutos disponibles
Total	528.00
Vislón	224.16
Aluminio y latón	303.83

f. Empaque:

Tabla # 10: Distribución de minutos disponibles para proceso de empaque para cada línea

Tipo de zippers	Minutos disponibles
Total	528.00
Chumpa	163.56
Vislón	118.50
Metal	125.34
Polyester	120.60

4. Análisis de tiempo estándar y tiempo ritmo en las diferentes líneas:

a. Línea de zippers de polyester: El tiempo disponible que se posee para trabajar es de 528 minutos diarios y la demanda diaria de la línea de zíperes de polyester es de alrededor de 30,000 unidades.

Una olla de teñido tiene una capacidad de 4,000 yardas de materia cruda, esto es de cinta textil. El tamaño de cada una de las unidades estándar son de 6 yardas, por lo que las ollas de teñido pueden contener hasta 24,000 unidades. También para la maquinaria de teñido de jaladores, la capacidad máxima es de 20,000 unidades.

A continuación en la Tabla # 11, se muestra en la segunda columna la cantidad de maquinaria que se posee para dicho proceso. Debido a esto en la tercera columna se denota el tiempo estándar que se posee para dicho proceso en general. Por último en la quinta columna se puede ver la resta de la cuarta y tercera columna, lo cual muestra la diferencia de las mismas. Con la ayuda de esto último, se puede determinar las actividades que pueden limitar el proceso.

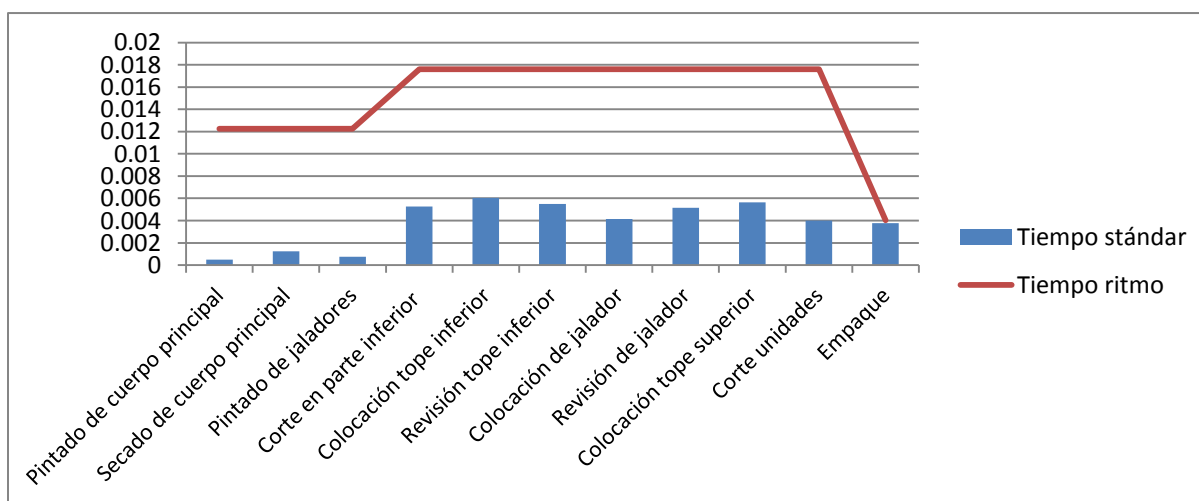
Tabla # 11: Distribución de minutos disponibles para línea de zippers de polyester

#	Operación	No. de máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.0005	0.012	0.012
2	Secado de cuerpo principal	3	0.001	0.012	0.011
3	Pintado de jaladores	3	0.001	0.012	0.011
4	Corte en parte inferior	3	0.005	0.018	0.012
5	Colocación tope inferior	2	0.006	0.018	0.012
6	Revisión tope inferior	2	0.006	0.018	0.012
7	Colocación de jalador	6	0.004	0.018	0.013
8	Revisión de jalador	2	0.005	0.018	0.012
9	Colocación tope superior	3	0.006	0.018	0.012
10	Corte unidades	3	0.004	0.018	0.014
11	Empaque	9	0.004	0.004	0.0003

De esta manera se puede observar que en la Gráfica # 1, se muestra el tiempo ritmo versus el tiempo de operación de cada una de las actividades. Se puede ver que la actividad que rige la producción en esta línea es la de empaque, esto quiere decir que este es el recurso que limita la producción, debido a que el tiempo ritmo es muy cercano al tiempo estándar.

Este mismo se debe de vigilar, ya que podría convertirse en un cuello de botella, debido a la cercanía de los dos tiempos y debido a que las estaciones de empaque se comparten con todas las demás líneas. Por otro lado, todas las demás actividades poseen un tiempo estándar muy por debajo del tiempo ritmo, por lo que son operaciones, cuya capacidad de producción es bastante balanceada con respecto a la demanda del cliente.

Gráfica # 1: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para línea de polyester



b. Línea de zippers de latón y aluminio: El tiempo disponible que se posee para trabajar es de 528 minutos diarios y la demanda diaria de la línea de zíperes de polyester es de alrededor de 5,300 unidades.

Una olla de teñido tiene una capacidad de 4,000 yardas de materia cruda. El tamaño de cada una de las unidades es de 50 cm, por lo que las ollas de teñido pueden contener hasta 7,315 unidades. También la maquinaria de pintado de jaladores, la capacidad máxima que puede haber en ella es de 20,000 unidades.

A continuación en la Tabla # 12, se muestra en la segunda columna la cantidad de maquinaria que se posee para dicho proceso. Debido a esto en la tercera columna se denota el tiempo estándar que se posee para dicho proceso en general. Por último en la quinta columna se puede ver la resta de la cuarta y tercera columna, lo cual muestra la diferencia de las mismas. Con la ayuda de esto último, se puede determinar las actividades que pueden limitar el proceso.

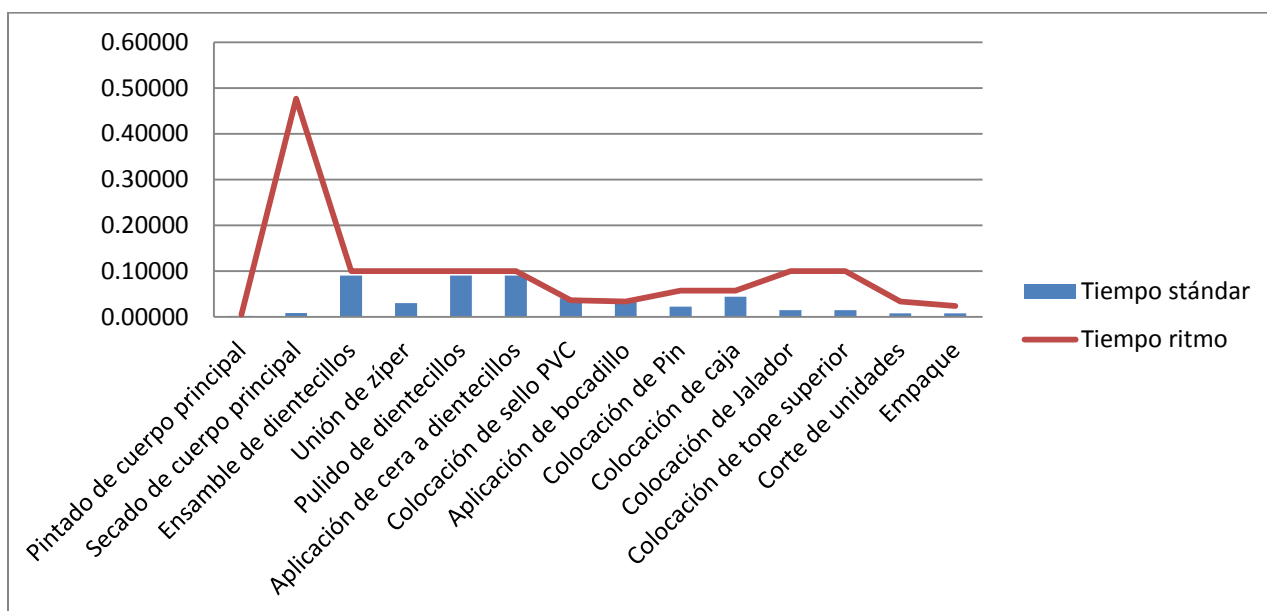
Tabla # 12: Distribución de minutos disponibles para línea de zippers de latón y aluminio

#	Operación	No. de máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.00164	0.005	0.003
2	Secado de cuerpo principal	2	0.0082	0.476	0.468
3	Ensamble de dientecillos	10	0.0900	0.100	0.010
4	Unión de zíper	2	0.03	0.100	0.070
5	Pulido de dientecillos	1	0.09	0.100	0.010
6	Aplicación de cera a dientecillos	1	0.09	0.100	0.010
7	Colocación de sello PVC	1	0.040	0.036	-0.004
8	Aplicación de bocadillo	1	0.033	0.033	0.000
9	Colocación de Pin	2	0.022	0.057	0.035
10	Colocación de caja	1	0.044	0.057	0.013
11	Colocación de Jalador	2	0.014	0.100	0.085
12	Colocación de tope superior	3	0.014	0.100	0.086
13	Corte de unidades	4	0.008	0.033	0.026
14	Empaque	9	0.007	0.024	0.017

Con respecto a la Gráfica # 2, se muestra el tiempo ritmo versus el tiempo de operación de cada una de las actividades. Se puede ver que la actividad de colocación de sello de PVC representa un problema, ya que su tiempo estándar es mayor que el tiempo ritmo.

Consecuentemente se vuelve un cuello de botella en la línea de producción, siendo este proceso el que limita la producción entera. Por otro lado, el proceso de aplicación de bocadillo puede convertirse también en un cuello de botella, ya que su tiempo estándar es igual al tiempo ritmo. Se debe tomar en cuenta que estos dos recursos son compartidos con varias líneas, por esto es que su capacidad es limitada.

Gráfica # 2: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para la línea de aluminio o latón



c. Línea de zippers para chumpa: El tiempo disponible que se posee para trabajar es de 528 minutos diarios y la demanda diaria de la línea de zíperes de polyester es de alrededor de 10,000 unidades.

Una olla de teñido puede contener hasta 4,000 yardas de materia cruda. El tamaño de cada una de las unidades es de 50 cm, por lo que la capacidad de las ollas de teñido son de 7,315 unidades. También la capacidad máxima de la máquina de teñido de jaladores es de 20,000 unidades.

A continuación en la Tabla # 13, se muestra en la segunda columna la cantidad de maquinaria que se posee para dicho proceso. Debido a esto en la tercera columna se denota el tiempo estándar que se posee para dicho proceso en general. Por último en la quinta columna se puede ver la resta de la cuarta y tercera columna, lo cual muestra la diferencia de las mismas. Con la ayuda de esto último, se puede determinar las actividades que pueden limitar el proceso.

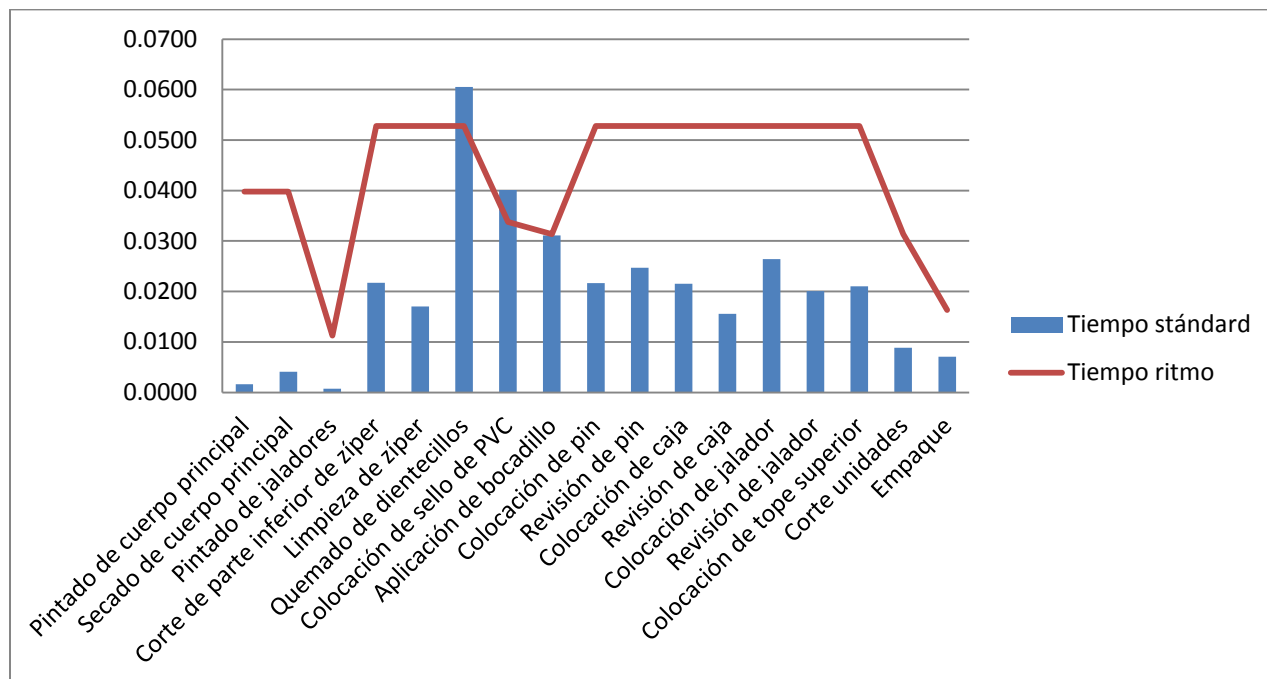
Tabla # 13: Distribución de minutos disponibles para línea de zippers para chumpa

#	Operación	No. de máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.0016	0.040	0.038
2	Secado de cuerpo principal	3	0.0041	0.040	0.036
3	Pintado de jaladores	3	0.0008	0.011	0.010
4	Corte de parte inferior de zíper	1	0.022	0.053	0.031
5	Limpieza de zíper	2	0.017	0.053	0.036
6	Quemado de dientecillos	1	0.061	0.053	-0.008
7	Colocación de sello de PVC	1	0.040	0.034	-0.006
8	Aplicación de bocadillo	1	0.031	0.031	0.000
9	Colocación de pin	2	0.022	0.053	0.031
10	Revisión de pin	1	0.025	0.053	0.028
11	Colocación de caja	2	0.022	0.053	0.031
12	Revisión de caja	1	0.016	0.053	0.037
13	Colocación de jalador	1	0.026	0.053	0.026
14	Revisión de jalador	1	0.020	0.053	0.033
15	Colocación de tope superior	2	0.021	0.053	0.032
16	Corte unidades	4	0.009	0.031	0.023
17	Empaque	9	0.007	0.016	0.009

Con respecto a la Gráfica # 3, se muestra el tiempo ritmo versus el tiempo de operación de cada una de las actividades. Se puede ver que la actividad de quemado de dientecillos representa un problema, ya que su tiempo estándar es mayor que el tiempo ritmo. Consecuentemente se vuelve un cuello de botella en la línea de producción, siendo este proceso el que limita la producción entera.

Después de esta actividad, otro proceso que limita la producción es la colocación de sello de PVC, donde de la misma manera su tiempo estándar es mayor al tiempo ritmo. Por último otro recurso que podría volverse cuello de botella es el proceso de aplicación de bocadillo. Se debe tomar en cuenta que estos dos últimos recursos son compartidos con varias líneas, por esto es que su capacidad se ve limitada.

Gráfica # 3: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para línea de polyester para chumpa



d. Línea de zippers de vislón o plástico: El tiempo disponible que se posee para trabajar es de 528 minutos diarios y la demanda diaria de la línea de zíperes de polyester es de alrededor de 3,000 unidades.

También en la máquina de jaladores, la capacidad máxima que puede haber en ella es de 20,000 unidades.

A continuación en la Tabla # 14, se muestra en la segunda columna la cantidad de maquinaria que se posee para dicho proceso. Debido a esto en la tercera columna se denota el tiempo estándar que se posee para dicho proceso en general. Por último en la quinta columna se puede ver la resta de la cuarta y tercera columna, lo cual muestra la diferencia de las mismas. Con la ayuda de esto último, se puede determinar las actividades que pueden limitar el proceso.

Tabla # 14: Distribución de minutos disponibles para línea de zíperes de vislón o plástico

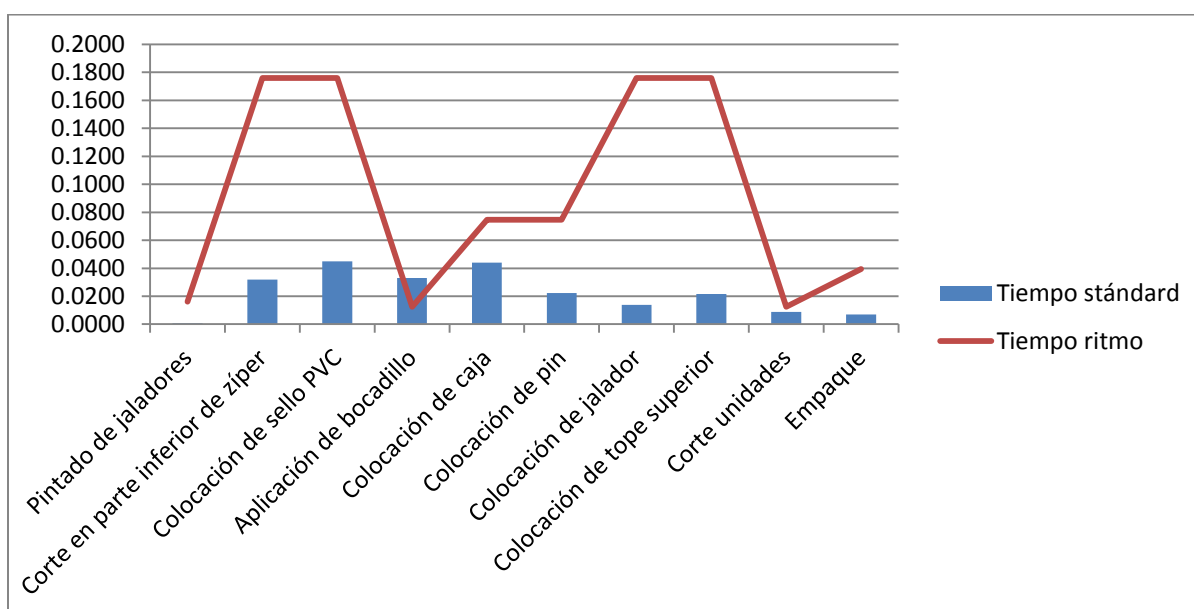
#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de jaladores	3	0.0008	0.016	0.015

Continuación de Tabla # 14: Distribución de minutos disponibles para línea de zíperes de vislón o plástico

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
2	Corte en parte inferior de zíper	1	0.032	0.176	0.144
3	Colocación de sello PVC	1	0.045	0.176	0.131
4	Aplicación de bocadillo	1	0.033	0.013	-0.020
5	Colocación de caja	1	0.044	0.075	0.031
6	Colocación de pin	2	0.022	0.075	0.052
7	Colocación de jalador	2	0.014	0.18	0.162
8	Colocación de tope superior	2	0.022	0.18	0.155
9	Corte unidades	4	0.009	0.013	0.004
10	Empaque	9	0.007	0.040	0.032

Con respecto a la Gráfica # 4, se muestra el tiempo ritmo versus el tiempo de operación de cada una de las actividades. Se puede ver que la actividad de aplicación de bocadillo representa un problema, ya que su tiempo estándar es mayor que el tiempo ritmo. Consecuentemente se vuelve un cuello de botella en la línea de producción, siendo este proceso el que limita la producción entera. Se debe tomar en cuenta que estos dos recursos son compartidos con varias líneas, por esto es que su capacidad es limitada. Se debe tomar en cuenta que este recurso es compartido con varias líneas, por esto es que su capacidad es limitada.

Gráfica # 4: Gráfica de Tiempo ritmo (TT) vs. Tiempo de Operación (TO) para línea de vislón



I. Eficiencia General de los Equipos (OEE)

Para la disponibilidad lo primero que se necesita saber es el horario de labores de la empresa para conocer el tiempo ideal que disponen los equipos. En este caso es de 44 horas semanales, donde sólo laboran de lunes a viernes. El día lunes trabajan de 7:00 a.m. a 4:00 p.m. y de martes a viernes de 7: 00 a.m. a 5:00 p.m.

Por lo tanto semanalmente el tiempo total disponible es de 2,640 minutos dependiendo del mes a evaluar por ejemplo para el mes de junio serian 11,640 minutos.

El segundo factor clave para encontrar la disponibilidad es el tiempo de paro ya sea programado o no programado, en este caso el principal paro programado son los tiempos de comida, almuerzos y refacciones, que semanalmente equivalen a 400 minutos además se deben tomar en cuenta los paros no programados o más conocidos como mantenimientos correctivos para el cual se tomaron los tiempos para el mes de junio.

Actualmente la empresa no posee un mantenimiento preventivo, solamente correctivo. A continuación se muestra un resumen del OEE de las cuatro líneas de producción, donde la disponibilidad es el factor que más afecta a la eficiencia general.

Tabla # 15: Resumen de OEE por línea

	Producción de polyester para chumpa	Producción de polyester	Producción de vislón	Producción de aluminio
Tiempo de operación (min)	11,640	11,640	11,640	11,640
Tiempos perdidos (min)	2,650	1,845	2,530	2,590
Disponibilidad	77%	84%	78.26%	78%
Capacidad de la línea (uni.)	6,542	20,0297	8,250	500
Capacidad máxima (uni.)	8,800	26,400	8,800	616
Eficiencia	74%	76%	94%	85.17
Defectuosos (uni.)	130	2,003	330	25
Calidad	98%	99%	96%	95%
OEE	56%	63%	70%	60%

J. Kanban

1. Tarjeta de control de proceso: Cuando ingresa una orden a la planta, lo primero que realizan es buscar en el stock de seguridad si poseen suficiente materia prima pintada, de lo contrario ponen una orden nueva. Después de esto al comenzar con el proceso de ensamblaje, se le ata a un extremo de la cadena de la cinta textil una hoja, la cual es una tarjeta de control del proceso.

En ésta se encuentra la información acerca del tipo de jaladores que debe tener el producto, la cantidad de unidades que deben tener la orden, el número de orden y el número de color del producto.

De esta manera se lleva un control de cuantas unidades deben de producirse de cada rollo. Esto es importante también, ya que la tarjeta indica a qué orden pertenece y de esta manera el operador puede saber la importancia del pedido o cual debe de producirse antes que los demás.

Figura # 14: Hoja de control



K. Estudio de la ergonomía en la Planta # 1

1. Lugar de trabajo actual

a. Iluminación: A lo largo de la línea de producción se pudieron localizar 14 lámparas de nave alta. Durante el turno diurno, éstas sí se encienden debido a que la luz que pasa a través de las ventanas no es suficiente para que los operarios realicen sus operaciones.

Para el área de empaque cada operador posee su propia lámpara, la cual cuelga desde el techo.

En el área de pintado de jaladores se cuenta con bastante iluminación durante el día, ya que esta área se encuentra rodeada de ventanas. Esto se debe a que se necesita de bastante ventilación, ya

que la pintura que se utiliza en dicha área emana olores bastante fuertes debido a los químicos que se utilizan.

Además, las paredes del edificio son blancas, lo que hace que la luz se refleje y no se absorba, esto sucede porque este color tiene la visibilidad más alta entre todos los colores en casi cualquier condición de iluminación.

Figura # 16: Ventanas en el área de producción



b. Temperatura y ventilación: En la planta se puede observar que sí se cuenta con un sistema de ventilación, especialmente en el área de pintado de jaladores, ya que por su uso es indispensable. Especialmente por los olores que emanan los químicos. Esta operación dura aproximadamente 45 minutos.

En el segundo nivel se encuentran ventiladores y también hay ventanas abiertas para que fluya el aire mientras están trabajando los operarios. No se cuenta con un sistema de aire acondicionado, ya que el área es bastante amplia y se cuenta con varias ventanas.

Otra habitación donde no se posee suficiente ventilación es el cuarto de ensamblaje de dienteillos de metal, ya que las diez máquinas que se poseen trabajan a partir de diesel.

Figura # 17: Ventiladores en área de trabajadores



Figura # 18: Iluminación y ventilación en el área de trabajo a través de las ventanas



c. Limpieza: La limpieza en el segundo nivel para las líneas de producción es buena, ya que no hay residuos del material. Esto se debe a que el corte del producto se hace hasta el final de la línea de producción.

Por otro lado, en algunas ocasiones la materia prima posee nudos o se atascan en las máquinas por lo que se debe de cortar. De este modo se poseen botes de basura especialmente cuando ocurren estos errores, los cuales son canastos de color café.

d. Ruido: Toda la maquinaria emite ruido, ya sea en el segundo nivel como en el área de pintado de los jaladores. Sin embargo los operarios no utilizan ningún tipo de protección mientras trabajan. Por lo tanto, aunque el nivel de decibeles no sea muy alto, el constante ruido puede generar molestias y complicaciones.

e. Posición de trabajo: Cada operario debe manejar al menos dos máquinas al mismo tiempo, debido a esto ellos se mantienen de pie aproximadamente una hora, por lo que el cuerpo humano se cansa y empieza a ser menos eficiente, dando efectos negativos en la motivación de los trabajadores. Solamente para la maquinaria que es operada manualmente se poseen banquillos para que los operarios puedan operarlas, debido al nivel de alto en que se encuentran.

V. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Análisis crítico del proceso

El siguiente análisis crítico muestra los problemas que se pudieron identificar con la ayuda de un análisis y recolección de datos. Por último se dará una alternativa viable de acuerdo a cómo se podría mejorar dicho problema, los resultados que implicaría tal cambio y los costos que acarrearán estas mismas.

1. Problema: La materia prima debe transportarse de la Planta # 1, planta de ensamblaje del zipper, a la Planta # 2, planta de teñido y secado; y regresarla de nuevo.

Descripción del problema:

La materia prima se encuentra en la planta de ensamblaje, Planta # 1, por lo que si no se posee en stock, el color y la cantidad necesaria para suplir un pedido, esto se debe mandar a la planta de teñido y secado de cinta textil, Planta #2. Después que este proceso se realiza, se debe volver a mandar el producto, ya pintado y secado, de nuevo a la planta de ensamblaje.

También hay ocasiones, en las cuales el color no es el adecuado y la verificación se realiza cuando ya se tiene el producto en la planta de ensamblaje. Por todo esto, se debe volver a mandar a teñir la materia prima.

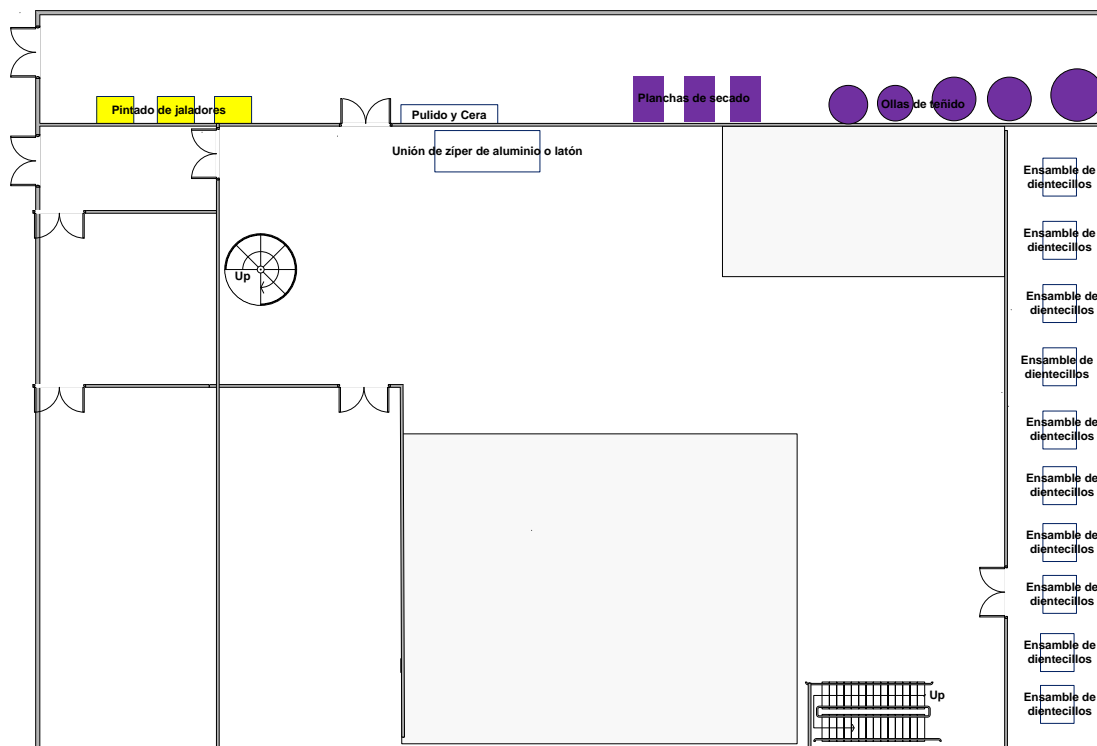
Estas mismas se encuentran a aproximadamente a 20 km de distancia entre ellas. Esto ocasiona que el tiempo de producción sea más alto, lo que incurre en el tiempo de despacho del producto final. Además se incurren en gastos de gasolina todos los días para poder movilizar el producto de una planta a la otra.

Solución:

Para solucionar este problema se podría trasladar las cinco ollas de teñido y las tres máquinas de secado, de la Planta # 2 a la Planta # 1. De esta manera se podría reducir el tiempo de ensamblaje de los pedidos.

Se puede observar en el siguiente diagrama que las cinco ollas de teñido y las tres máquinas de secado se instalarían en el área de pintado al final del cuarto, donde se trasladarían las tres máquinas de pintado de jaladores que se poseen en dicha área hacia el inicio del mismo.

Diagrama # 29: Diagrama de distribución con nueva maquinaria



Costo de solución:

Para solucionar este problema se movilizará la maquinaria de la Planta # 2 a la Planta # 1, con la ayuda de la contratación de mano de obra, transporte adecuado y contratación de técnicos electricistas para que evalúen las conexiones adecuadas que requiere la maquinaria de acuerdo a las instalaciones que se poseen. El costo del proyecto sería de Q. 3,520.00.

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de trasladar la maquinaria de teñido y de secado de materia cruda a la Planta #1.

Tabla # 16: Análisis costo- beneficio de proyecto de traslado de maquinaria de teñido y de secado de materia cruda a la Planta # 1

Descripción de variables	Valores
Costo del proyecto de mejora	Q 3,520.00
Ahorros asociados (trimestre)	Q 15,579.71
TMAR (trimestral)	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (meses)	0.69

Al implementar esta solución se estaría recuperando la inversión inicial en 0.69 meses, donde los ahorros asociados son gastos en gasolina, mano de obra, seguro de vehículo, depreciación y mantenimiento del vehículo que se poseen, los cuales ascienden a una cantidad de Q. 15,579.71. Esto se debe a que cada día, dependiendo de los pedidos que se tengan, se debe de movilizar la materia prima, cinta textil, de la planta # 1 a la # 2 y de regreso para que sean ensamblados.

2. Problema: La distribución actual de las líneas de producción en el segundo nivel no es la más adecuada, debido a que el flujo de operaciones es deficiente.

Descripción del problema:

Actualmente se tiene una distribución por producto, sin embargo hay máquinas, las cuales se comparten en varias líneas, como la máquina de aplicación de sello de PVC, aplicación de bocadillo y la aplicación de caja y pin. De esta manera los operarios deben de recorrer grandes distancias para completar el proceso.

Esto genera un aumento en el tiempo de proceso, donde los operarios se deben desplazarse hacia las diferentes maquinarias para completar el proceso que se requiere.

Solución:

Realizar una redistribución de las líneas de producción en el segundo nivel para el aumento en la producción y reducción en el tiempo de proceso.

A continuación se muestra la cantidad de maquinaria que se requeriría redistribuir,

Tabla # 17: Cantidad de maquinaria para redistribución

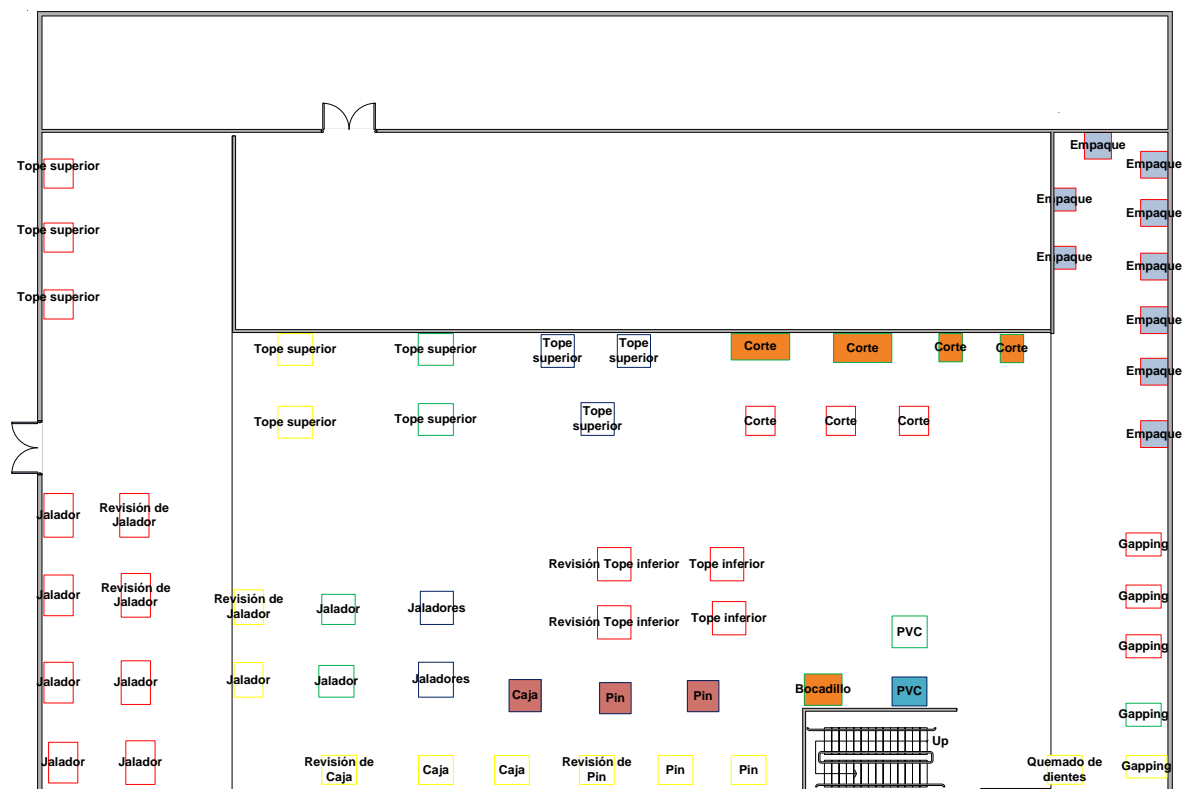
Maquinaria	Cantidad
Separador de parte inferior de cinta textil	5
Quemado de dientecillos	1
Aplicación de PVC	2
Aplicación de bocadillo	1
Colocación de pin	5
Colocación de caja	4
Colocación de tope inferior	4
Colocación de jalador	14
Colocación de tope superior	10
Aplicación de corte	7
Empaque	9
Total	62

La distribución siguiente se escogió debido a que,

- El flujo de operación es más lógico.
- La maquinaria que se comparte está mucho más cerca entre sí.
- Los operadores manejan de 2-3 máquinas, las cuales están más cerca para el manejo de las mismas.
- Los operadores son mucho más hábiles porque tienen que saber manejar cualquier máquina
- La maquinaria está ordenada por proceso.
- El patrón de flujo se encuentra en forma de O, debido a que la entrada y salida es la misma.
- Se reduce el manejo de material.
- Se da un uso más efectivo de la mano de obra.
- Existe mayor facilidad de control.
- Reduce la congestión y el área de suelo ocupado.

A continuación se muestra la nueva distribución de la maquinaria y los colores demuestran a la línea que pertenecen y con cuáles se comparte.

Diagrama # 30: Diagrama de distribución con nueva maquinaria en segundo nivel



Costo de solución:

Para solucionar este problema se recurrirá a la contratación de mano de obra para que movilice la maquinaria a sus respectivos lugares que se establecieron, como de técnicos electricistas para que evalúen las condiciones adecuadas para la maquinaria. El valor de la inversión de este proyecto será de Q. 2,880.00.

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de redistribuir la maquinaria del segundo nivel, donde se supusieron varios escenarios; la producción aumentará en un 5%, 10% y 15% debido a las razones que ya se mencionaron anteriormente.

De esta manera se tendrán 5%, 10% y 15% de unidades extras para la venta, donde se tendría un ahorro en costos unitarios. Al aumentar las unidades producidas, los costos unitarios disminuirán, ya que la capacidad productiva de las líneas aumenta y, por lo tanto, los costos totales se diluyen en esta última.

Tabla # 18: Análisis costo beneficio del proyecto de redistribución de maquinaria

Descripción de variables	Aumento de 15% en producción	Aumento de 10% en producción	Aumento de 5% en producción
Costos mejora	Q 2,880.00	Q 2,880.00	Q 2,880.00
Ahorro en costos (trimestral)	Q 54,634.74	Q 27,588.56	Q 9,187.63
TMAR (trimestral)	2.50%	2.50%	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (días)	3.52	6.98	21.03

Al implementar dicha solución se obtuvo un retorno de la inversión principalmente de 3.52 días, al suponer que se obtendría un 15% adicional de unidades para la venta, siendo este el caso más óptimo.

Consecuentemente mientras menos óptimo el escenario, mayor será el tiempo de recuperación de la inversión.

3. Problema: El proceso de empaque se realiza completamente manual, por lo que cada operario posee su propia manera de realizar dicha labor, haciendo que el tiempo de este proceso varíe.

Descripción del problema:

Este proceso se realiza completamente manual, por lo que todos los operarios encargados de esta tarea no poseen una forma estándar de realizar dicha tarea. Este proceso consiste en empaquetar las unidades en bolsas plásticas e introducirles una etiqueta. Cada bolsa consta de 100 ó 144 unidades de acuerdo al pedido realizado por el cliente. Cada operario tiene una manera personal de realizarlo y unos tardan más que otros.

Solución:

Se podría capacitar a las personas para que realicen su trabajo de cierta manera y con esto tratar que el tiempo estándar de esta operación sea aproximadamente la misma para todas las estaciones de empaque y que no varíe demasiado.

Costos de solución:

Para solucionar este problema, se deberá capacitar a las nueve personas de esta área, donde se invertirá un total de aproximadamente 30 minutos. Por lo que el costo de este proyecto es de Q. 583.98.

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de capacitar a los operarios del área de empaque, donde se supuso tres escenarios; con la capacitación realizada, los operarios podrán aumentar las unidades empaquetadas en un 10%, 15% y 20%. Por lo que al aumentar las unidades producidas, los costos unitarios se reducirán, por lo que se tendrá un ahorro en costos unitarios.

Tabla # 19: Análisis costo beneficio del proyecto de capacitación de empaque manual

Descripción de variables	Aumento de 20% en la producción	Aumento de 15% en la producción	Aumento de 10% en la producción
Costos asociados	Q 583.98	Q 583.98	Q 583.98
Ahorro en costos (trimestral)	Q 3,575.26	Q 1,557.88	Q 1,038.59
TMAR (trimestral)	2.50%	2.50%	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (meses)	0.50	1.14	1.72

Al implementar esta mejora, se logrará aumentar las unidades empaquetadas. Al suponer que aumentará en un 10%, 15% y 20% la misma, el tiempo de recuperación de inversión es de

aproximadamente 0.50, 1.14 y 1.72 meses respectivamente. Por lo que mientras más óptimo el escenario, menor será el tiempo de recuperación de la inversión.

4. Problema: El proceso de PVC es un cuello de botella para las líneas de polyester para chumpa y aluminio o latón.

Descripción del problema:

Actualmente se poseen tres cuellos de botella. Estas tres máquinas se encuentran en serie, esto quiere decir, una atrás de la otra.

Por esto el proceso de quemado de dientecillos es un cuello de botella, después sigue el proceso de colocación de sello de PVC y por último el proceso de bocadillo, donde estos dos últimos también representan un cuello de botella. Sin embargo, el cuello de botella que más afecta a la producción es el proceso de colocación de sello de PVC, debido a que es el proceso que más limita la capacidad de producción de las líneas.

Además solo se posee una maquinaria para el proceso de colocación de sello de PVC para los productos de la línea de polyester para chumpa y aluminio o latón. Por lo que después de analizarlo se detectó que este es el principal cuello de botella, el cual limita la producción de las líneas ya mencionadas.

Solución:

La solución a este problema sería comprar otra maquinaria para que este no sea un cuello de botella y con esto poder reducir la carga que posee este recurso.

Costos de solución:

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de comprar otra maquinaria de aplicación de sello de PVC y cómo influiría en la producción. El costo del proyecto sería de Q. 170,325.07, el cual incluye pago de fletes. También se supuso que con la compra de esta máquina las unidades producidas por las líneas de ensamblaje aumentarían.

Al aumentar las unidades producidas, los costos unitarios disminuirán, ya que la capacidad productiva de las líneas aumenta y por lo tanto los costos totales se diluyen en esta última.

Tabla # 20: Análisis costo beneficio del proyecto de compra de maquinaria de PVC

Descripción de variables	Valores
Costos asociados	Q 170,325.07
Ahorro en costos (trimestral)	Q 7,276.39
TMAR (trimestral)	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (años)	8.91

Al implementar esta mejora, aumentará la producción, por lo que se tendrá un ahorro en costos de Q. 7,276.39 y se tendrá un retorno sobre la inversión de 8.91 años.

5. Problema: El proceso de quemado de dientecillos es un cuello de botella para la línea de polyester para chumpa, por lo que limita la producción.

Descripción del problema:

Después de analizar el proceso de la línea de polyester para chumpa, se encontró que el proceso de quemado de dientecillos es un cuello de botella, por lo que retrasa la producción de las unidades. El primer cuello de botella como se mencionó anteriormente en el Problema # 4, es el proceso de aplicación de sello de PVC, por lo que al solucionar este mismo, es decir, al comprar una segunda máquina para este proceso, el cuello de botella se traslada a este proceso, quemado de dientecillos.

Solución:

Esto se podría solucionar al tener siempre trabajando a esta máquina incluso durante los tiempos de descanso y de almuerzo, es decir, implementando turnos de trabajo durante esos períodos. De esta manera se aprovechará al máximo la capacidad de la maquinaria. La otra solución sería comprar otra máquina de proceso de quemado de dientes para reducir la carga a este proceso.

Costos de solución:

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de comprar otra maquinaria de quemado de dienteillos. El costo de este proyecto sería de Q. 238,377.95. También se supuso que con la compra de esta máquina las unidades producidas por las líneas de ensamblaje aumentarán.

Al aumentar las unidades producidas, los costos unitarios disminuirán, ya que la capacidad productiva de las líneas aumenta y por lo tanto los costos totales se diluyen en esta última.

Tabla # 21: Análisis costo beneficio del proyecto de compra de maquinaria de quemado de dientes

Descripción de variables	Valores
Costos asociados	Q 238,377.95
Ahorro en costos (trimestral)	Q 10,497.79
TMAR (trimestral)	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (años)	8.49

Al implementar esta mejora, aumentará la producción, por lo que se tendrá un ahorro en costos de Q. 10,497.79 y se tendrá un retorno sobre la inversión de 8.49 años.

6. Problema: El proceso de bocadillo es un cuello de botella para las líneas de polyester para chumpa, vislón y aluminio o latón

Descripción del problema:

El proceso de bocadillo se aplica a los productos de la línea de polyester para chumpa, vislón y aluminio o latón. Sólo se posee una máquina para este proceso, donde estos tres productos necesitan del mismo. De esta manera al analizar la línea de proceso, se encontró que es un cuello de botella. Como se describió anteriormente, al tratar el cuello de botella de la maquinaria de aplicación de sello de PVC y el proceso de quemado de dienteillos, el cuello de botella se traslada a este último.

Solución:

La solución a este problema sería comprar otra maquinaria para que este no sea un cuello de botella y con esto poder reducir la carga que posee este recurso.

Costos de solución:

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de comprar otra maquinaria de aplicación de bocadillo y cómo influiría en la producción. El costo del proyecto sería de Q. 392,474.70. También se supuso que con la compra de esta máquina las unidades producidas por las líneas de ensamble aumentarán. Al aumentar las unidades producidas, los costos unitarios disminuirán, ya que la capacidad productiva de las líneas aumenta y por lo tanto los costos totales se diluyen en esta última.

Por lo que con los siguientes escenarios, se simuló que habría una disminución de 1%, 2% y 3%, en la producción con la implementación de la nueva maquinaria.

Tabla # 22: Análisis costo beneficio del proyecto de compra de maquinaria de bocadillo

Descripción de variables	100%	99%	98%	97%
Costos asociados	Q 392,474.70	Q 392,474.70	Q 392,474.70	Q 392,474.70
Ahorro en costos (trimestral)	Q 31,083.94	Q 28,171.05	Q 25,266.00	Q 22,369.00
TMAR (trimestral)	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (años)	3.84	4.33	4.98	5.85

Al implementar esta mejora, aumentará la producción, por lo que también el valor de las unidades adicionales, el cual tendrá un retorno sobre la inversión de 3.84 años. Además este mismo representa el caso más óptimo.

Por otro lado, al suponer que se producirá menos 1%, 2% y 3%, de unidades adicionales, el tiempo de recuperación de inversión aumentará, siendo el caso menos óptimo de 5.85 años de recuperación de la inversión.

7. Problema: No se realiza un mantenimiento preventivo a la maquinaria, solamente correctivo, por lo que esto causa que la producción tenga que detenerse y que se posea tiempo ocioso.

Descripción del problema:

No se realiza un mantenimiento preventivo a la maquinaria, por lo que esto tiene repercusiones negativas en la producción y la entrega del producto final a los clientes. Haciendo que haya inconformidades por el tiempo de plazo que se posee y que la calidad no sea la más adecuada.

Solución:

Dar mantenimiento preventivo a toda la maquinaria cada año, ya que esto prevendría el tiempo ocioso de la maquinaria para arreglarla.

Costos de solución:

A continuación se muestra el análisis costo- beneficio de realizar un mantenimiento preventivo de toda la maquinaria. Este proyecto tendría un costo de Q. 9,806.40, lo cual incluye el pago de técnicos mecánicos para que realicen el mantenimiento preventivo a la maquinaria. Al aumentar las unidades producidas, los costos unitarios disminuirán, ya que la capacidad productiva de las líneas aumenta y por lo tanto los costos totales se diluyen en esta última.

Los siguientes escenarios que se propusieron, fue el aumento de tiempo de mantenimiento correctivo en un 10%, 20% y 30% más, por lo que la producción disminuirá.

Tabla # 23: Análisis costo beneficio del proyecto de mantenimiento preventivo

Descripción de variables	100%	90%	80%	70%
Costos asociados	Q 9,806.40	Q 9,806.40	Q 9,806.40	Q 9,806.40
Ahorros asociado (trimestre)	Q 57,501.53	Q 51,751.38	Q 46,001.23	Q 40,251.07
TMAR (trimestral)	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (días)	11.42	12.69	14.28	16.33

Al implementar esta mejora, se obtendrá principalmente un retorno sobre la inversión de 11.42 días. Al aumentar el tiempo ocioso, esto es el mantenimiento correctivo en los distintos escenarios, el tiempo de recuperación aumentará.

8. Problema: Los operarios al trabajar las diferentes maquinarias están de pie, por lo que genera índices de cansancio.

Descripción del problema:

Todas las maquinarias automáticas requiere que el operario labore parado, esto es por más de dos horas seguidas, ya que de 7:00 am a 10:00 am están trabajando. Después se posee de una refacción de 20 minutos, donde pueden descansar y después vuelven a trabajar hasta la hora de almuerzo, para la

cual poseen una hora. De este modo se genera cansancio por parte de los operarios, lo cual puede influir en la motivación y productividad.

Solución:

Para solucionar este problema se podrían comprar tapetes antifatiga para aligerar el cansancio de los operarios. Estos mismos serían de 36x 36 pulg.

Costos de solución:

A continuación se muestra el precio y la cantidad de unidades que se requerirían comprar para la ayuda de la salud de los trabajadores, el cual sería de un total de Q 11,270.00.

Tabla # 24: Cantidad de inversión de proyecto de compra de tapetes antifatiga

Actividades	Precio	Cantidad	Total
Compra de tapetes antifatiga	Q 245.00	46	Q 11,270.00

9. Problema: Se tomaron los ocho problemas para obtener el tiempo de recuperación que se obtendría al implementar todas las soluciones, el cual es de 2.11 años.

Tabla # 25: Cantidad de inversión de proyecto total

Descripción de variables	Valores
Costos asociados	Q 419,951.10
Ahorros asociado (trimestre)	Q 55,851.28
TMAR (trimestral)	2.50%
Tiempo de recuperación de inversión (años)	2.11

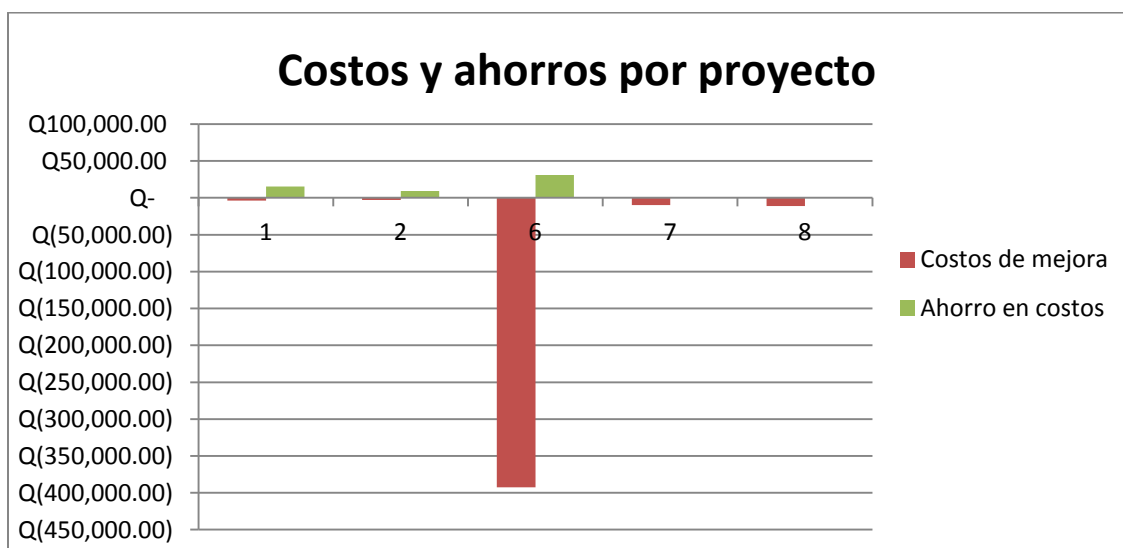
Se deberá invertir una cantidad inicial de Q419, 951.10. Al evaluar todo el proyecto, se calculó la Tasa Interna de Retorno del proyecto, la cual es de 38.91% para un flujo de efectivo de cinco años.

Por lo que la Tasa Interna de Retorno, TIR, es mayor que la Tasa Mínima Atractiva de Retorno, TMAR, de este modo es recomendable realizar el proyecto completo. La TMAR es de 10% anual, la cual fue definida por la empresa.

Además se posee un valor presente neto de Q 288,213.12. Por lo que esto indica que el proyecto es rentable y está generando utilidades a través de los años.

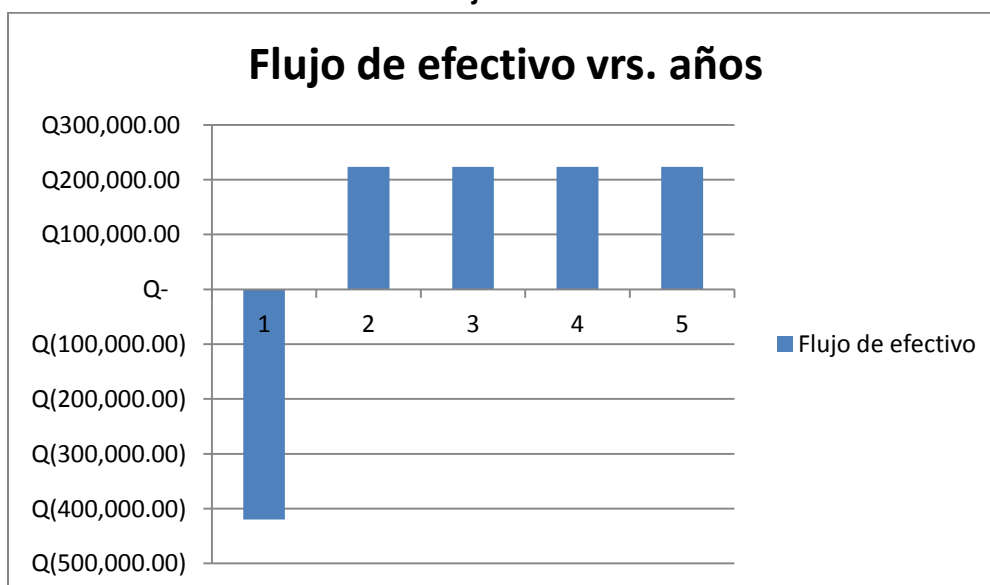
La siguiente gráfica muestra los costos y ahorros por cada uno de los proyectos que se propusieron. Solamente en el Proyecto # 7, el cual es el mantenimiento preventivo, no se tomó en cuenta los ahorros, ya que todos los proyectos se analizaron teniendo en cuenta que no se tendrá ningún paro por mantenimiento correctivo. Por aparte el Proyecto # 8, es la compra de tapetes anti fatiga, por lo que el ahorro en costos es la mejora en la salud de sus operadores.

Gráfica # 5: Gráfica de flujos de efectivo por problema



A continuación la siguiente gráfica muestra el flujo de efectivo que se debe de invertir y el ahorro asociado que se obtendría durante los siguientes cinco años al tomar todos los proyectos como uno solo.

Gráfica # 6: Gráfica de flujo de efectivo vrs. años



VII. CONCLUSIONES

Con base en este trabajo se identificaron las siguientes causas que hacen del proceso de producción menos eficiente,

1. Alto tiempo en transportar la materia prima, cinta textil, de la Planta # 1 a la Planta # 2 y de vuelta para el ensamblaje del mismo, donde se incurren en gastos innecesarios, como de mano de obra y gasolina.

Por lo tanto, para solucionar este problema se deberá trasladar toda la maquinaria de la Planta # 2 a la # 1 y se deberá invertir una cantidad de Q.3, 520.00 y se tendrá un retorno de inversión de 0.69 meses. Además el ahorro asociado en costos trimestralmente es de Q. 15,579. 71.

2. La distribución que se posee en el segundo nivel de la planta # 1, no es la más adecuada debido a que,
 - se debe recorrer largas distancias para completar el proceso, debido a la maquinaria compartida con las diferentes líneas,
 - el patrón de flujo no es el más lógico y
 - existe un mayor manejo de material.

Por lo tanto para solucionar este problema se debe redistribuir las líneas de producción y se debe invertir Q. 2,880.00. Por lo que se tendrá un tiempo de retorno de 21.03 días al tener un aumento de la producción de un 5%. El ahorro asociado trimestralmente es de Q. 9,187.63.

3. No se posee una forma estándar de realizar el empaque del producto, ya que se realiza completamente manual, por lo que el tiempo de este proceso varía demasiado. Debido a esto se debe capacitar a los operarios de las nueve estaciones. Esto tendrá un costo de Q. 583.98 y un tiempo de retorno de la inversión de 1.72 meses. Además el ahorro en costos trimestralmente es de Q. 1,038.59.
4. Se determinaron tres cuellos de botella, donde el primero y tercero son maquinaria compartida por varias líneas. Esto es para la aplicación de sello de PVC se comparte con las líneas de vislón

polyester para chumpa y la maquinaria de aplicación de bocadillo se comparte para las líneas de vislón, aluminio o latón y polyester para chumpa.

Estos mismos están limitando la producción, de los cuales se deben corregir en el siguiente orden, para así poder aumentar y mejorar la producción,

- la maquinaria de aplicación de sello de PVC,
- la maquinaria de proceso de quemado de dientes y
- la maquinaria de aplicación de bocadillo.

Al comprar una maquinaria que realice los procesos anteriormente mencionados, se tendrá un retorno de inversión de 3.84 años y el proyecto tendrá un costo de Q. 392,474.70. Además los ahorros asociados trimestralmente son de Q. 31,083.94.

5. No se realiza un mantenimiento preventivo a la maquinaria, solamente correctivo. Al realizar el análisis para el mes de junio se determinó que este factor es uno de los que más repercute en el descenso de la producción, provocando que el OEE de las líneas sea muy bajo. Por lo que se debe realizar un mantenimiento preventivo cada seis meses, ya que se tendrá un retorno sobre la inversión de 1.34 meses. Por último el costo del proyecto es de Q. 22,277.90, teniendo ahorros trimestrales de Q. 22,277.97.
6. Se determinó que los operarios están de pie por más de dos horas al trabajar con la maquinaria automática, por lo que genera índices de cansancio y falta de motivación al realizar sus operaciones. Con la ayuda de tapetes antifatiga se podrá reducir esto mismo, lo cual tendrá un costo de Q. 11,270.00.
7. Se tomaron todos los problemas como un solo proyecto, de manera que la empresa también pueda evaluar la opción de corregir todos los problemas encontrados, este mismo posee un costo de Q. 419,951.10. Además el tiempo de recuperación de la inversión sería de 2.11 años. Este mismo posee una tasa interna de retorno de 38.91 %, por lo que es mayor que la TMAR.
8. Cada problema encontrado cuenta con su respectiva solución y con su análisis costo beneficio. Esto permitirá a la empresa poder tomar una mejor decisión acerca de elegir el proyecto que desea y poder obtener mayores beneficios a largo plazo.

VIII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del trabajo servirán para hacer más eficiente el área de producción y consecuentemente la mejora propia del proceso de producción.

- Se recomienda realizar una redistribución de las líneas de operación, donde se logrará que el personal se enfoque más en sus operaciones y no pierda el tiempo en movilizar el producto a las diferentes estaciones de trabajo.
- Realizar el proyecto completo que tiene un tiempo de recuperación de 2.11 años, con una Tasa Interna de Retorno de 38.91%.
- Realizar todos los proyectos en fines de semana, los cuales en el análisis costo beneficio, ya se incluye la contratación de la mano de obra o los diferentes servicios que se requerirán para los mismos. También realizar el mantenimiento preventivo cada seis meses, donde se realizaría en el primer fin de semana de los meses de enero y junio.
- Se recomienda negociar con determinados clientes la venta de las unidades adicionales, que se están produciendo con las mejoras realizadas; esto con descuentos, debido al ahorro en costos que se obtuvieron.
- Verificar si se pudiera trasladar toda la maquinaria restante, esto es lo que se posee en el área de telares, sus bodegas y calderas, de la Planta # 2 a la Planta # 1. De manera que todas las actividades que realiza la empresa, se puedan establecer en un solo lugar. De este modo reducir la mano de obra, transporte y tener un mejor control de todas las actividades en una sola planta.
- Comprar equipo de protección necesario para las diferentes actividades dentro de la empresa, los cuales son extintores, tapones para oídos y mascarillas con filtro para aumentar la seguridad

industrial de los trabajadores. Esto mismo posee un costo de Q. 2,907.90, donde el retorno de la inversión será la mejora en la salud de los operarios, donde se evitarán costos innecesarios en servicios médicos y el aumento de motivación de los mismos para que sean más productivos.

- Capacitar al personal para que pueda hacer uso correcto de los extintores en caso de alguna emergencia, como también para que utilicen los tapones de oídos y mascarillas en las áreas que se requiere de ellos y evitar consecuencias negativas en la salud de los mismos.
- Realizar una verificación del sistema de producción, para evitar que las estaciones se vuelvan cuellos de botella, que afecten la producción para satisfacer demanda del mercado. Estos se pueden detectar a simple vista; encontrar demasiado material sin procesar enfrente del mismo o estaciones que estén mucho tiempo ociosas, debido a que el recurso anterior a este mismo posee una capacidad menor a la demanda.
- Realización de una verificación diaria por parte de los operarios en la maquinaria que utilizan para ver el correcto funcionamiento de la misma, de este modo evitar que la maquinaria requiera de mantenimiento correctivo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aquilano, Nicholas; Chase, Richard; Jacobs, Robert. 2004. *Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva*. 10. Edición, Mc Graw Hill.
2. Blank, Leland; Tarquin, Anthony. 2002. *Ingeniería Económica*, 6 Edición. Mc Graw Hill Interamericana
3. Datos recopilados por observación, medición, evaluación personales.
4. De la Fuente, David. Fernández Isabel. 2005. *Distribución en Planta*. Ediciones de la Universidad de Oviedo.
http://books.google.com.gt/books?id=7aRzy0JjqTMC&pg=PA9&dq=distribuci%C3%B3n+por+posici%C3%B3n+fija&hl=es-419&ei=KgCfTuynKPPjsQK4qqnzCQ&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumbnail&resnum=2&ved=0CDUQ6wEwAQ#v=onepage&q=distribuci%C3%B3n%20por%20posici%C3%B3n%20fija&f=false
5. Muther Richard , Rabada Carmelo M. , Maynard, Harold B.1981.4 Edición. *Distribución en Planta*. Editorial Hispano Europea.
http://books.google.com.ec/books/about/Distribuci%C3%B3n_en_planta.html?hl=en&id=8jQeAAAACAAJ
6. Niebel, Benjamin; Freivalds, Andris. 2004. *Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. 11 Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A.
7. Ramírez, César .2005. *Seguridad Industrial: un enfoque integral*. 2 Edición. Editorial Limusa S.A.
http://books.google.com.gt/books?id=jDgUQb_V6PsC&printsec=frontcover&dq=seguridad+i

- ndustrial&hl=es419&ei=YAWfTs_6Dqi2sQLY7fXZCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false
8. Stephens, Matthew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. 2005. Pearson Prentice Hall.
http://books.google.com.gt/books?id=uq3CmCKEv6AC&printsec=frontcover&dq=manejo+de+materiales&hl=es-419&ei=PQGfTr-RNoqvsAL1xsyKCg&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumbnail&resnum=1&ved=0CC0Q6wEwAA#v=onepage&q&f=false
9. Van Horne. 2002. *Fundamentos de la Administración Financiera*. 11 Edición. México.
http://books.google.com.gt/books?id=ziiCVbfGK3UC&pg=PA343&lpg=PA343&dq=tasa+de+reinversi%C3%B3n&source=bl&ots=Sk66uwp6As&sig=zMI-SGYd0xUSX7u5bkjVZC1FaDc&hl=es&ei=vYAGTK3fCoOdlgeT9bzVCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CCkQ6AEwBzgK#v=onepage&q=tasa%20de%20reinversi%C3%B3n&f=false

X. ANEXOS

A. Seguridad industrial en Planta # 1

1. Situación actual de la empresa. Actualmente en la empresa de estudio no se tiene un programa de seguridad industrial, sin embargo sí se posee señalización, extintores, entre otros.

a. Señalización. Se posee señalización para una ruta de evacuación, la cual deben de seguir los operarios en caso de emergencia. Éstas son flechas blancas con fondo verde, las cuales están pintadas sobre las paredes, como lo muestra la Figura # 19.

Figura # 19: señalización de evacuación en el primer y segundo nivel



b) Químicos. Se hace uso de químicos en el área de pintado de jaladores, donde se utilizan pinturas para aplicarlo a los mismos. El operario encargado de esta labor está expuesto a estos olores fuertes por más de 45 minutos. Debido a esto en esta área los operarios deben de utilizar mascarillas para evitar intoxicación.

c) Fuego explosión. Se poseen cuatro extintores en la planta en caso de cualquier emergencia, tres de ellos se encuentran en el segundo nivel y uno en el primero. El área de ensamblaje de diente-cillos es el área más propensa a un accidente con fuego, ya que se trabaja con diesel para el funcionamiento de las máquinas. También otra área de mucho cuidado es donde se encuentra la plancha para el zíper de aluminio o latón.

A continuación se muestra en el Diagrama # 29, la posición donde se encuentra cada uno de los extintores y señalización en caso de un siniestro.

También se debe de comprar dos extintores más y distribuirlos en el área de pintado, ya que ahora se contará con las ollas de teñido y la maquinaria de secado.

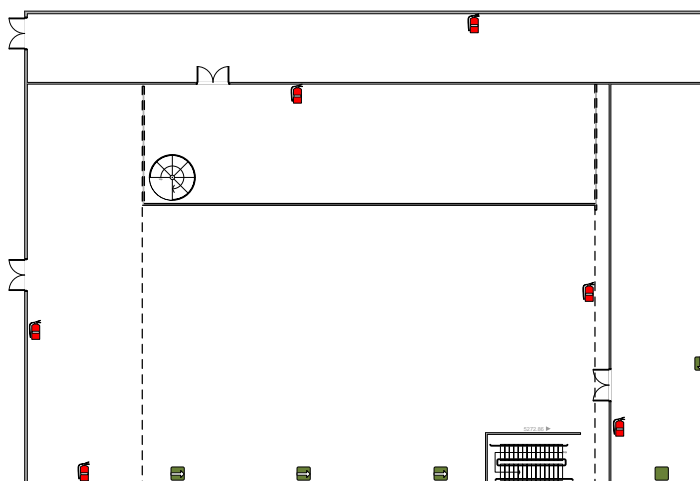
Costos de solución:

A continuación se muestra el precio y la cantidad de lo que se requiere para dicho proyecto, donde el total del mismo sería de Q. 2,907.90, donde el retorno sobre la inversión sería la cantidad en que está valuada la empresa.

Tabla # 26: Descripción de los artículos de seguridad industrial

Artículo	Precio	Cantidad	Total
Tapones de oídos desechables caja de 200 unidades	Q 320.00	1	Q 320.00
Mascarillas con filtros	Q 318.95	2	Q 637.90
Extintores de 20 libras ABC	Q 975.00	2	Q 1,950.00
Total			Q 2,907.90

Diagrama # 32: Nueva distribución de extintores en Planta # 1

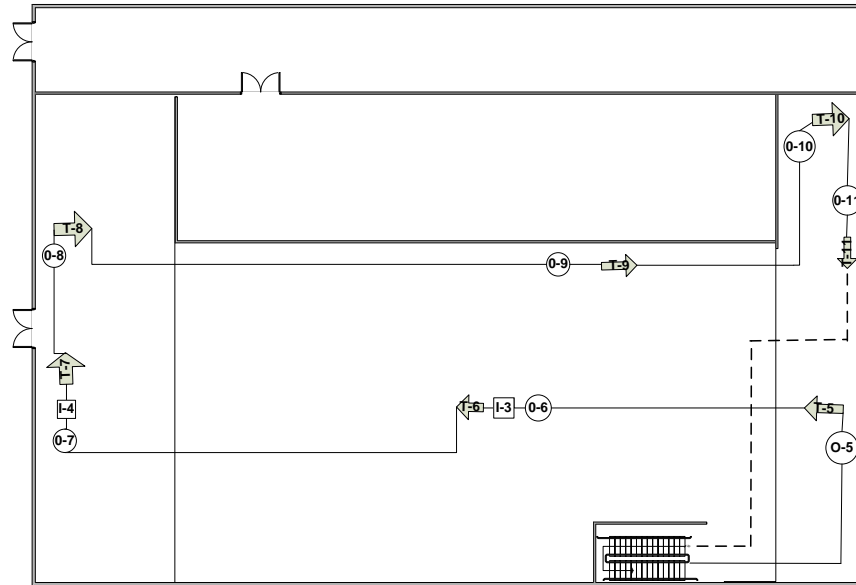


B. Diagramas de recorrido para Problema # 2

Al redistribuir la maquinaria en el segundo nivel, el flujo del proceso cambia. A continuación se muestran los diagramas de recorrido de las cuatro líneas de producción,

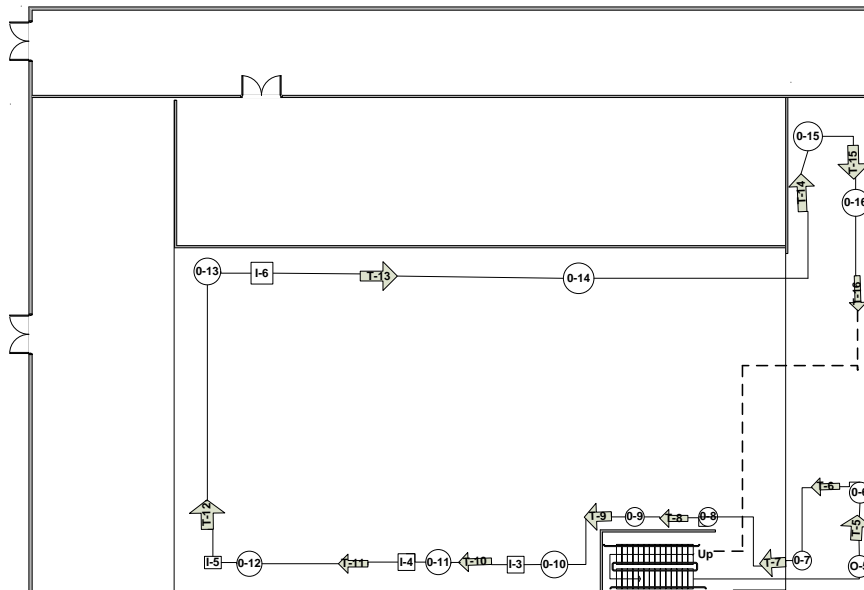
1. Línea de polyester, segundo nivel:

Diagrama # 33: Nueva distribución de línea de polyester



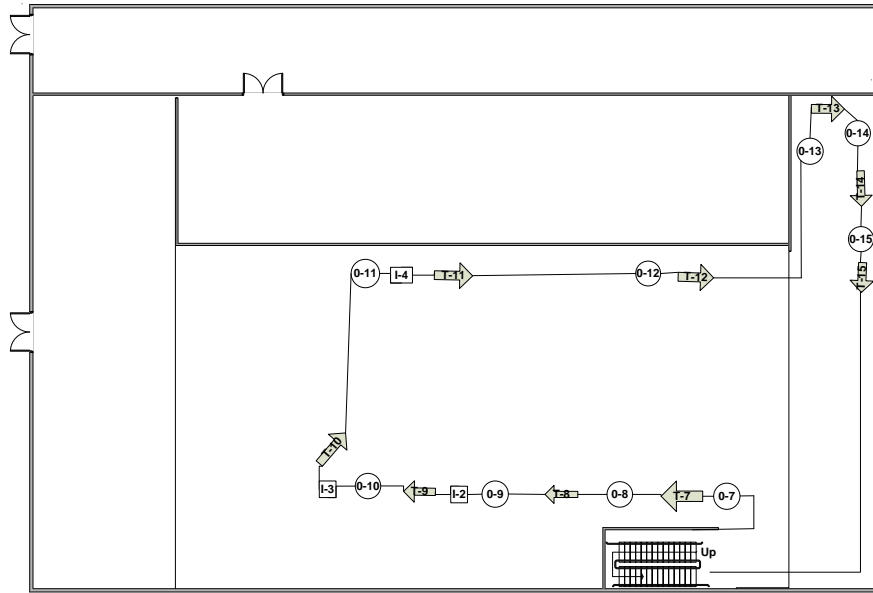
2. Línea de polyester para chumpa, segundo nivel:

Diagrama # 34: Nueva distribución de la línea de polyester para chumpa



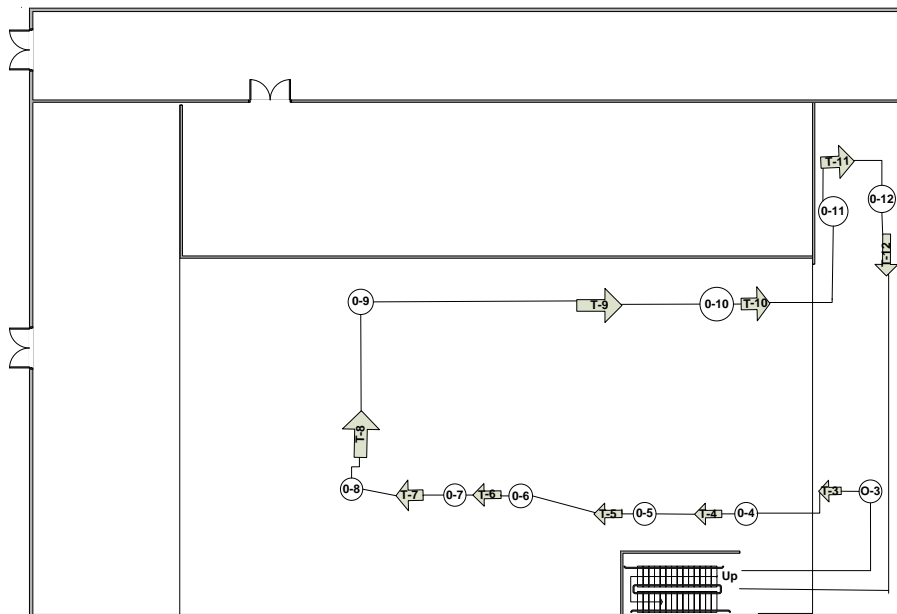
3. Línea de aluminio o latón, segundo nivel:

Diagrama # 35: Nueva distribución de la línea de aluminio o latón



4. Línea de visión, segundo nivel:

Diagrama # 36: Nueva distribución de la línea de visión



C. Cálculos para Problema # 4:

El primer cuello de botella que se debe de corregir es la maquinaria que realiza la colocación de sello de PVC, por lo que al solucionar este mismo, la capacidad de la línea total se ve regido por otra estación.

A continuación se denota que ahora la estación que rige la producción es la maquinaria que realiza el quemado de dientecillos para la línea de polyester para chumpa y para la línea de aluminio o latón es la maquinaria de aplicación de bocadillo.

Tabla # 27: Nueva capacidad de línea de polyester para chumpa

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.0016	0.046	0.045
2	Secado de cuerpo principal	3	0.0041	0.046	0.042
3	Pintado de jaladores	3	0.0008	0.00427	0.004
4	Corte de parte inferior de zíper	1	0.022	0.053	0.031
5	Limpieza de zíper	2	0.017	0.053	0.036
6	Quemado de dientecillos	1	0.061	0.053	-0.008
7	Colocación de sello de PVC	2	0.020	0.034	0.014
8	Aplicación de bocadillo	1	0.031	0.031	0.000
9	Colocación de pin	2	0.022	0.053	0.031
10	Revisión de pin	1	0.025	0.053	0.028
11	Colocación de caja	2	0.022	0.053	0.031
12	Revisión de caja	1	0.016	0.053	0.037
13	Colocación de jalador	1	0.026	0.053	0.026
14	Revisión de jalador	1	0.020	0.053	0.033
15	Colocación de tope superior	2	0.021	0.053	0.032
16	Corte unidades	4	0.009	0.0314	0.023
17	Empaque	9	0.006	0.0314	0.025

Tabla # 28: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.00164	0.00470	0.003
2	Secado de cuerpo principal	3	0.0082	0.00470	0.001
3	Ensamble de dientecillos	10	0.0900	0.100	0.0096
4	Unión de zíper	2	0.03	0.100	0.070
5	Pulido de dientecillos	1	0.09	0.100	0.010
6	Aplicación de cera a dientecillos	1	0.090	0.100	0.0096
7	Colocación de sello PVC	2	0.020	0.036	0.0159

Continuación de Tabla # 28: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón

8	Aplicación de bocadillo	1	0.033	0.033	0.0003
9	Colocación de Pin	2	0.022	0.057	0.0353
10	Colocación de caja	1	0.044	0.057	0.0133
11	Colocación de Jalador	2	0.014	0.100	0.0855
12	Colocación de tope superior	3	0.014	0.100	0.0856
13	Corte de unidades	4	0.009	0.033	0.0245
14	Empaque	9	0.006	0.033	0.027

D. Cálculos para problema # 5

El segundo cuello de botella que se debe corregir es el quemado de dientecillos para la línea de polyester para chumpa, debido a esto al corregir este mismo, la nueva capacidad está regida por la estación de aplicación de bocadillo.

Tabla # 29: Nueva capacidad para línea de polyester para chumpa

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.0016	0.046	0.045
2	Secado de cuerpo principal	3	0.0041	0.046	0.042
3	Pintado de jaladores	3	0.0008	0.00427	0.004
4	Corte de parte inferior de zíper	1	0.022	0.053	0.031
5	Limpieza de zíper	2	0.017	0.053	0.036
6	Quemado de dientecillos	2	0.030	0.053	0.023
7	Colocación de sello de PVC	2	0.020	0.034	0.014
8	Aplicación de bocadillo	1	0.031	0.031	0.000
9	Colocación de pin	2	0.022	0.053	0.031
10	Revisión de pin	1	0.025	0.053	0.028
11	Colocación de caja	2	0.022	0.053	0.031
12	Revisión de caja	1	0.016	0.053	0.037
13	Colocación de jalador	1	0.026	0.053	0.026
14	Revisión de jalador	1	0.020	0.053	0.033
15	Colocación de tope superior	2	0.021	0.053	0.032
16	Corte unidades	4	0.009	0.0314	0.023
17	Empaque	9	0.006	0.0314	0.025

E. Cálculos para problema # 6

El tercer cuello de botella que se debe corregir es la maquinaria de aplicación de bocadillo para las líneas de polyester para chumpa, vislón y aluminio o latón. Debido a esto al solucionarlo, la capacidad de la línea de polyester para chumpa la controla la actividad de corte de unidades. Después para la línea de aluminio o latón la capacidad la controla la actividad de colocación de caja. Por último la actividad de aplicación de bocadillo todavía rige el ritmo de la línea de vislón, pero ya no es un cuello de botella.

Tabla # 30: Nueva capacidad para línea de polyester para chumpa

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.0016	0.046	0.045
2	Secado de cuerpo principal	3	0.0041	0.046	0.042
3	Pintado de jaladores	3	0.0008	0.00427	0.004
4	Corte de parte inferior de zíper	1	0.022	0.053	0.031
5	Limpieza de zíper	2	0.017	0.053	0.036
6	Quemado de dientecillos	2	0.030	0.053	0.023
7	Colocación de sello de PVC	2	0.020	0.034	0.014
8	Aplicación de bocadillo	2	0.016	0.031	0.016
9	Colocación de pin	2	0.022	0.053	0.031
10	Revisión de pin	1	0.025	0.053	0.028
11	Colocación de caja	2	0.022	0.053	0.031
12	Revisión de caja	1	0.016	0.053	0.037
13	Colocación de jalador	1	0.026	0.053	0.026
14	Revisión de jalador	1	0.020	0.053	0.033
15	Colocación de tope superior	2	0.021	0.053	0.032
16	Corte unidades	4	0.009	0.0314	0.023
17	Empaque	9	0.006	0.0314	0.025

Tabla # 31: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de cuerpo principal	5	0.00164	0.00470	0.003
2	Secado de cuerpo principal	3	0.0082	0.00470	0.001
3	Ensamble de dientecillos	10	0.0900	0.100	0.0096
4	Unión de zíper	2	0.030	0.100	0.0696
5	Pulido de dientecillos	1	0.090	0.100	0.0096
6	Aplicación de cera a dientecillos	1	0.090	0.100	0.0096

Continuación de Tabla # 31: Nueva capacidad para línea de aluminio o latón

7	Colocación de sello PVC	2	0.020	0.036	0.0159
8	Aplicación de bocadito	2	0.017	0.033	0.017
9	Colocación de Pin	2	0.022	0.057	0.0353
10	Colocación de caja	1	0.044	0.057	0.0133
11	Colocación de Jalador	2	0.014	0.100	0.0855
12	Colocación de tope superior	3	0.014	0.100	0.0856
13	Corte de unidades	4	0.009	0.033	0.0245
14	Empaque	9	0.006	0.033	0.027

Tabla # 32: Nueva capacidad para línea de vislón

#	Operación	No. De máquinas	Tiempo estándar (min)	Tiempo ritmo (min)	Diferencia (min)
1	Pintado de jaladores	3	0.0008	0.002	0.001
2	Corte en parte inferior de zíper	1	0.032	0.176	0.144
3	Colocación de sello PVC	1	0.045	0.176	0.131
4	Aplicación de bocadillo	2	0.017	0.018	0.001
5	Colocación de caja	1	0.044	0.075	0.031
6	Colocación de pin	2	0.022	0.075	0.052
7	Colocación de jalador	2	0.014	0.176	0.162
8	Colocación de tope superior	2	0.022	0.176	0.155
9	Corte unidades	4	0.009	0.013	0.004
10	Empaque	9	0.006	0.013	0.006