

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial



PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS Y DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SLITTER EN EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por
Luis Pedro Jo Chan
para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería Industrial.

Guatemala
2014

PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE
TIEMPOS MUERTOS Y DE COSTOS DE
PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SLITTER EN
EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN
GUATEMALA

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial



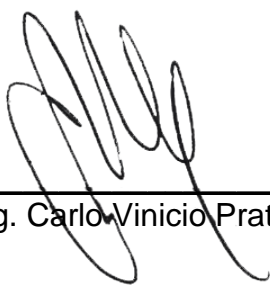
PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS Y DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SLITTER EN EMPRESA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por
Luis Pedro Jo Chan
para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería Industrial.

Guatemala


2014

Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Carlo Vinicio Prato

Tribunal examinador:

(f) 
Lic. Raúl Dacaret

(f) 
Ing. César Silva

(f) 
Ing. Carlo Vinicio Prato

Fecha de aprobación: Guatemala, 22 de enero de 2014.

PREFACIO

A lo largo de la carrera, tuve la oportunidad de visitar varias plantas industriales, con el objetivo de conocer de mejor forma los procesos de producción y formar conceptos que un profesional estará enfrentando día a día en la vida laboral.

Fue así, gracias a las prácticas profesionales, que tuve la oportunidad de conocer la empresa de empaques flexibles. Durante las prácticas, observe que algunos de los procesos requerían de mucho tiempo de ajuste. Lo cual me llevó a solicitar su apoyo al permitirme desarrollar mi trabajo de graduación en su empresa y así poder proponer mejoras a sus procesos; habiéndome ellos autorizado la elaboración del mismo.

Presento este trabajo, el cual espero sea de utilidad para la empresa de empaques flexibles en Guatemala, a la que agradezco por toda su colaboración y apertura para conocer sobre su proceso de producción.

Adicionalmente, extiendo un agradecimiento especial a Dios por permitirme la vida, a mis padres por facilitarme las herramientas que me servirán en mi camino profesional y a todas y cada una de las personas que me apoyaron en el proceso de elaboración de este trabajo.

ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE GRÁFICAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE DIAGRAMAS.....	xiv
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
A. GENERAL.....	3
B. ESPECÍFICOS.....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	4
B. DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIONES.....	4
C. SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED).....	6
D. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	7
1. Movimientos básicos	7
E. TIEMPO TAKT	9
V. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PRODUCTO	11
A. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	11
1. Misión.....	11
2. Visión.....	11
3. Buenas prácticas de manufactura.....	11
4. Normas de higiene y seguridad personal.....	12
B. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	13
C. TIPOS DE DEFECTOS	14
VI. METODOLOGÍA.....	17
VII. ANÁLISIS DE DATOS.....	19
A. DOP ACTUAL DEL ÁREA DE SLITTER (SLT)	19
1. DOP actual de SLT-02 y 05	19
2. DOP actual de SLT-04	21
3. DOP actual de SLT-06 y 07	23

B.	HERRAMIENTA PARA IDENTIFICAR PUNTOS CRÍTICOS DE LA OPERACIÓN DEL PROCESO DE SLITTER	25
1.	SLT-02 y 05.....	30
a.	Actividad de bajada de bobina hija SLT-02 y 05.....	30
b.	Actividad de ajuste de bobina madre SLT-02 y 05	33
c.	Actividad de otros defectos SLT-02 y 05	38
2.	SLT-04.....	43
a.	Actividad de bajada de bobina hija SLT-04.....	43
b.	Actividad de ajuste de bobina madre SLT-04	45
c.	Actividad de defectos por deslaminación SLT-04.....	49
3.	SLT-06 y 07	52
a.	Actividad de bajada de bobina hija SLT-06 y 07.....	52
b.	Actividad de ajuste de bobina madre SLT-06 y 07	57
VIII.	PROBLEMAS Y SOLUCIONES	64
A.	SLT-02 Y 05.....	64
1.	Problema # 1	64
2.	Problemas # 2	67
3.	Problemas # 3	72
4.	Ahorro obtenido únicamente por mejoras en SLT-02 y 05	74
B.	SLT-04	79
1.	Problema # 1	79
2.	Problemas # 2	83
3.	Problemas # 3	87
4.	Ahorro obtenido únicamente por mejoras en SLT-04	90
C.	SLT-06 Y 07	94
1.	Problema # 1	94
2.	Problemas # 2	98
3.	Ahorro obtenido únicamente por mejoras en SLT-06 y 07	102
D.	AHORROS ANUALES SI SE IMPLEMENTAN LAS PROPUESTAS DE MEJORA.	106
IX.	CONCLUSIONES.....	112
X.	RECOMENDACIONES	113
XI.	BIBLIOGRAFÍA	115

	Páginas
XII. ANEXOS.....	116
A. FORMATOS.....	116
B. DATOS RECOPIRADOS	118
1. SLT-02 y 05.....	118
2. SLT-04.....	128
3. SLT-06 Y 07	135
XIII. GLOSARIO.....	140

LISTA DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1: Therbligs efectivos	8
Tabla 2: Therbligs inefectivos	9
Tabla 3: Horario de turnos	11
Tabla 4: Resumen de defectos	15
Tabla 5: Datos recopilados del estudio de tiempo para las SLT-02 y 05.	25
Tabla 6: Datos recopilados del estudio de tiempo para la SLT-04.	26
Tabla 7: Datos recopilados del estudio de tiempo para las SLT-06 y 07.	26
Tabla 8: Tiempos muertos totales y el porcentaje que representan para la SLT-02 y 05.	26
Tabla 9: Tiempos muertos totales y el porcentaje que representan para la SLT-04.	27
Tabla 10: Tiempos muertos totales y el porcentaje que representan para la SLT-06 y 07.	27
Tabla 11: Tabla datos generales del proceso SLT-02 y 05.	78
Tabla 12: Costo ahorrado para SLT-02 y 05	79
Tabla 13: Tabla datos generales del proceso SLT-04.	93
Tabla 14: Costo ahorrado para SLT-04	94
Tabla 15: Tabla datos generales del proceso SLT-06 y 07	105
Tabla 16: Costo ahorrado para SLT-06 y 07	106
Tabla 17: Resumen de ahorros	108
Tabla 18: Resumen costo de producción	110
Tabla 19: Resumen ahorro de tiempo	110
Tabla 20: Costo tiempo ahorrado	111
Tabla 21: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-02.	118
Tabla 22: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-02 (Cambio de Bobina).	119
Tabla 23: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-02.	120
Tabla 24: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-02 (Cambio de Bobina).	121
Tabla 25: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-02.	122
Tabla 26: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-02 (Cambio de Bobina).	124
Tabla 27: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-05.	125
Tabla 28: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-05 (Cambio de Bobina).	126
Tabla 28: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-05.	127
Tabla 30: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-05 (Cambio de Bobina).	128
Tabla 31: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-04.	128
Tabla 33: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-04 (Cambio de Bobina).	129

Tabla 33: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-04.....	130
Tabla 34: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-04 (Cambio de Bobina).....	130
Tabla 35: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-04.....	131
Tabla 36: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-04 (Cambio de Bobina).....	132
Tabla 37: Datos estudio de tiempo toma#4 para SLT-04.....	133
Tabla 38: Datos estudio de tiempo toma#4 para SLT-04 (Cambio de Bobina).....	133
Tabla 39: Datos estudio de tiempo toma#5 para SLT-04.....	134
Tabla 40: Datos estudio de tiempo toma#5 para SLT-04 (Cambio de Bobina).....	134
Tabla 41: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-06.....	135
Tabla 42: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-06 (Cambio de Bobina).....	135
Tabla 43: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-06.....	135
Tabla 44: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-06 (Cambio de Bobina).....	136
Tabla 45: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-07.....	136
Tabla 46: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-07 (Cambio de Bobina).....	137
Tabla 47: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-07.....	137
Tabla 48: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-07 (Cambio de Bobina).....	138
Tabla 49: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-07.....	139
Tabla 50: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-07 (Cambio de Bobina).....	139

LISTA DE GRÁFICAS

	Páginas
Gráfica 1: Gráfica de Pareto de tiempos muerto en SLT-02 y 05.	28
Gráfica 2: Gráfica de Pareto de tiempos muerto en SLT-04.	28
Gráfica 3: Gráfica de Pareto de tiempos muerto en SLT-06 y 07.	29

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Simbología diagrama de procesos	5
Figura 2: Flujos diagramas de proceso.....	6
Figura 3: Componentes de un empaque flexible	13
Figura 4: Componentes de un empaque flexible	14
Figura 5: Componentes de un empaque flexible trilaminado	14
Figura 6: Formato de check list.....	117

LISTA DE DIAGRAMAS

	Páginas
Diagrama 1: DOP actual de área de Slitter para SLT-02 y 05.....	19
Diagrama 2: DOP actual del área de Slitter para SLT-04.....	21
Diagrama 3: DOP actual de área de Slitter para SLT-06 y 07.....	23
Diagrama 4: DOP actual de bajada para SLT-02 y 05.	30
Diagrama 5: DOP actual de ajuste para SLT-02 y 05.	33
Diagrama 6: DOP actual de otros defectos para SLT-02 y 05.	38
Diagrama 7: DOP actual de bajada para SLT-04.	43
Diagrama 8: DOP actual de ajuste para SLT-04.	45
Diagrama 9: DOP actual de defecto por deslaminación para SLT-04.....	49
Diagrama 10: DOP actual de bajada para SLT-06 y 07.	52
Diagrama 11: DOP actual de ajuste para SLT-06 y 07.	57
Diagrama 12: DOP mejorado de bajada para SLT-02 y 05.....	65
Diagrama 13: DOP mejorado de ajuste para SLT-02 y 05.	68
Diagrama 14: DOP mejorado de otros defectos para SLT-02 y 05.....	73
Diagrama 15: DOP general mejorado para SLT-02 y 05.....	76
Diagrama 16: DOP mejorado de bajada para SLT-04.....	81
Diagrama 17: DOP mejorado de ajuste para SLT-04.....	84
Diagrama 18: DOP mejorado de defecto por deslaminación para SLT-04.	88
Diagrama 19: DOP general mejorado para SLT-04	91
Diagrama 20: DOP mejorado de bajada para SLT-06 y 07.....	96
Diagrama 21: DOP mejorado de ajuste para SLT-06 y 07.....	99
Diagrama 22: DOP general mejorado para SLT-06 y 07.....	103

RESUMEN

Esta empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Guatemala; Villa Nueva. El giro de negocio se basa en la solución de empaque de bolsas flexibles. Para la cual se desea aumentar la eficiencia en el área de Slitter; específicamente en los tiempos muertos. Este proceso, se encarga de entregar las bobinas con las especificaciones deseadas por el cliente. En donde se tiene una bobina madre, de la cual se desprenden varas bobinas hijas con el ancho y peso deseado. Luego de este proceso el producto es entregado al cliente.

La importancia del estudio de tiempos muertos en este proceso se debe a que se tiene un mal manejo de los mismos, en donde no se tienen tiempos estándares para las tareas o pasos que deben realizar los operarios, como en el cambio de bobina, bajadas de bobina, cambio de pedido, sin pedido, por fallas mecánicas, por fallas eléctricas, etc. Los cuales afectan el cálculo de eficiencia al momento de determinar los metros teóricos producidos. Por ende se tienen tiempos de demoras evitables dentro del cálculo de eficiencia en el proceso de Slitter.

El estudio será realizado durante 6 a 7 meses en los cuales se usaran aproximadamente 3 meses para recopilación y análisis de datos (datos históricos y estudio). Y los otros 3 a 4 meses se usan para la toma de tiempo y movimientos para las 7 distintas máquinas que se tienen dentro del área. En donde se empleará la herramienta de estudio, Cambio de Herramienta en un solo Dígito de Minutos (SMED); por sus siglas en inglés, Single Minute Exchange Dies, para detectar todas las tareas y pasos que se realizan e identificar cuáles de ellas se pueden llevar a cabo con la máquina en funcionamiento. Y la herramienta balanceo de línea, para determinar la cantidad de operarios que se deben asignar por máquina. Con el cual se pretende idealizar una propuesta para mejorar la producción mediante la estandarización de movimientos y tiempos en las distintas máquinas, logrando que las corridas programadas en el sistema representen la capacidad de producción real dentro del área de Slitter.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó con el fin de identificar las posibles oportunidades de mejora en el área de Slitter en una empresa de empaques flexibles, para poder disminuir los tiempos muertos y lograr proponer alternativas que al ser implementadas, se reflejaran en ahorros de tiempo y dinero.

Para la elaboración de este estudio, se realizó un estudio de campo en el cual se recopilaron los datos necesarios del proceso de Slitter para analizar e identificar las actividades críticas que representaban la mayor pérdida de tiempos muertos, sobre las cuales se determinaron las mejoras. Por último se realizó un análisis sobre el ahorro que traería consigo las propuestas de mejoras al ser implementadas.

Se encontró posibilidad de mejora en varias de las actividades del proceso de Slitter y el ahorro que se tendría si se aplicaran las propuestas de mejora expuestas en el trabajo.

II. JUSTIFICACIÓN

La razón del estudio se debe a que se tienen pedidos de grandes magnitudes los cuales deben ser entregados a los clientes. Actualmente no se logra entregar el producto en el tiempo estipulado. Esto se debe a que el programa que calcula la capacidad de producción está diseñado con las especificaciones iniciales de la máquina, las cuales no han sido modificadas desde el momento en que se adquirió el equipo. Los equipos sufren desgaste durante el tiempo y por su uso, por lo que se les debe dar un mantenimiento preventivo y correctivo. Por lo tanto las máquinas ya no tienen el mismo rendimiento y no logran producir la cantidad necesaria para cumplir a tiempo con el pedido.

Por ende un estudio de tiempo y movimientos ayudará a rectificar los tiempos estándares programadas en el sistema dando a conocer la capacidad real a producir en el equipo en el estado en que estos se encuentran actualmente.

III. OBJETIVOS

A. GENERAL

Reducir los tiempos muertos y costos de producción en el área de Slitter en empresa de empaques flexibles en Guatemala

B. ESPECÍFICOS

1. Conocer el método de trabajo actual en el área de Slitter para poder determinar las tareas que representen una demora evitable dentro del proceso de producción.
2. Determinar y establecer los tiempos estándares, pasos y tarea eficientes dentro del proceso de Slitter con el propósito de mejorar el manejo de la eficiencia dentro del área de Slitter.
3. Determinar una propuesta en la reducción de costos de producción en un valor aproximado del 1%.

IV. MARCO TEÓRICO

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Esta empresa de empaques flexibles, se encarga de distribuir todos sus productos internacionalmente, la cual lleva acabo cinco o seis procesos (dependiendo del producto que se este diseñando) dentro de la planta de producción, el de mezcla, extrusión, impresión, laminación, slitter y cortes. El primero consiste en mezclar las cantidades necesarias de resinas, paletizado y aditivos para mejorar las propiedades del producto.

Luego, el producto es enviado al área de extrusión en donde el material es fundido, extruido y embobinado para brindar la forma y dimensiones deseadas; según el empaque que se esté elaborando. La materia prima de este proceso, son las resinas anteriormente mezcladas y cores. Al finalizar este proceso, las bobinas son enviadas a la bodega de impresión en donde posteriormente se les imprimirá el diseño.

Una vez impreso el diseño, las bobinas pasan al área de laminado. La materia prima de este proceso, son cores, polipropileno (PP), polietileno (PE), poliéster (PET); los cuales pueden ser metalizados transparentes, mates, etc. exceptuando los PE. Donde la bobina impresa se adhieren mediante un adhesivo con alguno de estas películas, para mejorar las propiedades del producto; el cual dependerá del producto que vaya ser empacado o si el cliente lo exige.

Terminado el proceso de laminado la bobina pasa al área de slitter, donde la bobina es separada en varias bobinas con el ancho y dimensiones que el cliente exige; corte longitudinal de la bobina madre. Acabado el proceso de slitter las bobinas pueden ir al área de corte o de bodega de producto terminado; dependiendo del producto que se este elaborando.

Por último en el área de corte, el producto es doblado y cortado formando las bolsas individuales lista para el empaque del producto.

B. DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIONES

El diagrama de proceso de operaciones es una representación gráfica y cronológica de todas las actividades que se realiza dentro de un proceso. Se utilizan símbolos para identificar la naturaleza de las actividades (ver Figura 1), representando gráficamente el

proceso operativo. Donde las actividades se representan en cinco acciones: operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenaje.










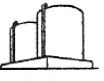










En el diagrama de proceso no solamente se requiere de símbolos para representar las actividades, también se requiere unir las actividades para que tenga una secuencia cronológica por tanto se utilizan líneas verticales para indicar el flujo general del proceso, mientras que las líneas horizontales muestran como se ingresa material a una línea vertical para ensamblado o desensamblado. Todo material que ingresa a la línea de ensamble se representa mediante una línea horizontal del lado izquierdo de la línea de flujo vertical, mientras que la salida de materiales o desensamble se representan con una línea horizontal del lado derecho de la línea de flujo vertical (ver Figura 2).

Dentro de los diagramas se incluye toda información que se considere pertinente para el análisis, tal como distancias recorridas, tiempos perdidos, tiempos requeridos y materiales. Con la finalidad de identificar un mejoramiento dentro del proceso, permitiendo observar el efecto que tendrá un cambio en una determinada operación.

Los diagramas de proceso de operaciones muestran en su totalidad los siguientes aspectos dentro de los proceso de producción:

- Todas las operaciones, inspecciones, demoras, materiales, transporte y almacenamiento.
- Secuencia cronológica correcta de todas las actividades.
- La complejidad de la fabricación.

Figura 1: Simbología diagrama de procesos

Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Talar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

El significado de las acciones dentro del diagrama es el siguiente:

Operación (circulo): indica que las características de un objeto sufren una transformación.

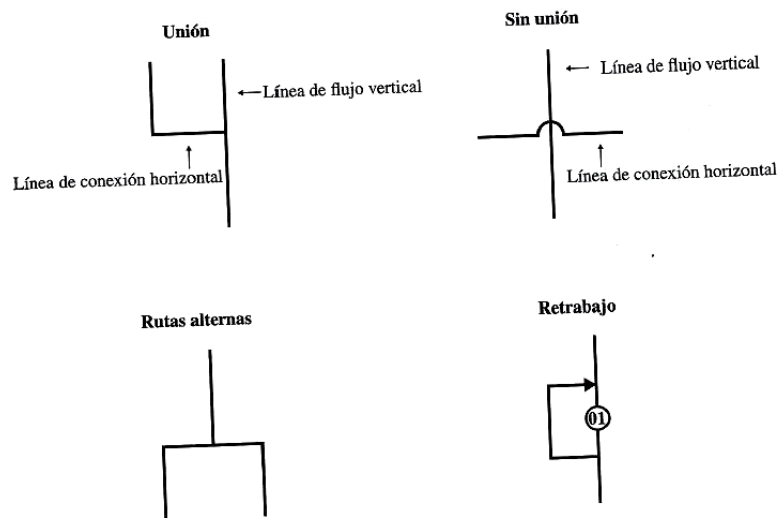
Transporte (flecha): se refiere a mover un grupo o un objeto de un lugar a otro, exceptuando los movimientos dentro del proceso normal.

Almacenamiento (triángulo equilátero parado): cuando el producto o una parte de ellas se guarda en un determinado lugar para ser protegidos.

Demora (letra D mayúscula): representa un retraso; que en el siguiente proceso o área de trabajo no se puede procesar inmediatamente el producto.

Inspección (cuadrado): cuando se realiza una comprobación o verificación de calidad o características del producto.

Figura 2: Flujos diagramas de proceso



C. SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)

El sistema SMED, tiene como principal función detectar y reducir o eliminar los tiempos muertos, por cambio de producto a otro; conocidos también como set-up. Esta metodología consiste en cuatro pasos principales: 1) identificación de actividades internas y externas, 2) separar las actividades internas de externas, 3) convertir las actividades internas en externas, 4) perfección de los tiempos de cambio/eliminación de set-up.

Las actividades o tiempos internos, son todas aquellas operaciones que se realizan a máquina parada. Mientras que las externas, corresponden a las operaciones que se realizan o pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

- Etapa 1: Identificación de actividades internas y externas: en esta etapa las actividades internas y externas se encuentran mezcladas, por lo que se requiere realizar una lista de actividades secuenciales realizadas durante la operación. Identificando que actividades en ese momento se realizan como internas y externas.
- Etapa 2: Separar las actividades internas de externas: se identifican las actividades que se deberán realizar internas y externas durante las operación, para luego poder comparar estas actividades con la lista obtenida dentro de la etapa 1.
- Etapa 3: Convertir las actividades internas en externas: se revisa minuciosamente las actividades internas para poder convertirlas en externas.
- Etapa 4: perfección de los tiempos de cambio: la conversión de las actividades internas a externas permite ganar tiempo, por lo que en esta etapa se debe implementar el método propuesto en la etapa 3 para poder hacer la comparación y validación de dichos cambios.

D. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El estudio de movimientos es una herramienta que permite el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo que se emplean al hacer una tarea. Tiene como propósito eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos efectivos. A través de este estudio, se pueden rediseñar los trabajos para que incremente la efectividad y se pueda tener una elevada tasa de producción.

Los Gilbert fueron los pioneros en el estudio de los movimientos, quienes desarrollaron leyes básicas de la economía de movimientos; los cuales aún en la actualidad son considerados fundamentales.

1. **Movimientos básicos.** Todo trabajo, ya sea productivo o no, se efectúa con una combinación de 17 movimientos básicos denominados Therbligs. Los Therbligs pueden ser:
 - Eficientes: son un avance en el progreso del trabajo, estos pueden ser acortados, pero comúnmente estos movimientos no pueden ser eliminados por completo.
 - Ineficientes: no representan un avance en el progreso del trabajo, los cuales deben ser eliminados mediante la aplicación de los principios de la economía de movimientos.

Tabla 1: Therbligs efectivos

Therbligs efectivos (Implica un avance en el progreso del trabajo, puede reducirse, pero difícil de eliminar)		
THERBLIGS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Alcanzar	RE	<ul style="list-style-type: none"> • Mover la mano vacía hacia o desde el objeto. • Precede de liberar. • Seguido de sujetar.
Mover	M	<ul style="list-style-type: none"> • Mover la mano cargada. • Precede de sujetar. • Seguido de liberar o posicionar.
Sujetar o tomar	G	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar los dedos alrededor de un objeto. • Precede de alcanzar. • Seguido de mover.
Liberar o soltar	RL	<ul style="list-style-type: none"> • Dejar el control de un objeto.
Preposicionar	PP	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionar un objeto en una ubicación predeterminada para uso posterior.
Utilizar	U	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular una herramienta para el uso.
Ensamblar	A	<ul style="list-style-type: none"> • Unir dos partes que van juntas. • Precede de posicionar o mover. • Seguido de liberar.
Desensamblar	DA	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de partes que están juntas. • Precedido de sujetar. • Seguido de liberar.

Tabla 2: Therbligs inefectivos

Therbligs inefectivos (No avanzan en el progreso del trabajo, deben eliminarse cuando sea posible)		
THERBLIGS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Buscar	S	<ul style="list-style-type: none"> Ojos o manos buscan un objeto.
Seleccionar	SE	<ul style="list-style-type: none"> Elegir un artículo de varios. Seguido de buscar.
Posicionar	P	<ul style="list-style-type: none"> Orientar un objeto durante el trabajo. Precede de mover. Seguido por liberar.
Inspeccionar	I	<ul style="list-style-type: none"> Comparar un objeto con el estándar.
Planear	PL	<ul style="list-style-type: none"> Hacer una pausa para determinar la siguiente acción.
Retraso inevitable	UD	<ul style="list-style-type: none"> Se debe a la naturaleza de la operación, más no del operario.
Retraso evitable	AD	<ul style="list-style-type: none"> Operario responsable del tiempo ocioso.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	<ul style="list-style-type: none"> Aparece periódicamente, no en todos los ciclos.
Parar o Sostener	H	<ul style="list-style-type: none"> Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

E. TIEMPO TAKT

El tiempo takt, en alemán significa “tiempo de ritmo”, es el tiempo que establece el ritmo de trabajo de una línea de fabricación; esto quiere decir que es el tiempo requerido para completar una operación. Por lo que el tiempo takt es el que demanda el ritmo que deberá estar siguiendo cada una de las partes del proceso para que se logre una unidad terminada.

El tiempo takt nos ayudara a determinar el costo actual de la operación, mediante la forma que la empresa calcula dichos costos. Implementando la demanda, el número de cambios realizados, el costo promedio por kilogramo por el tiempo de la operación. Como se puede observar en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{\text{Tiempo operación}}{\text{Número de operadores}}$$

$$\text{Costo perdido} = \text{tiempo takt} \times \text{costo promedio} \times \text{demanda} \times \text{cambios realizados}$$

Para determinar el ahorro que tendrán dichas propuestas de mejora se calculará el costo propuesto de la misma manera, el cual se le restará el costo actual; Dando nos el costo ahorrado por implementar dichas mejoras. Como se muestra en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Costo ahorrado} = \text{costo actual} - \text{costo propuesto}$$

$$\% \text{ ahorrado} = \frac{\text{costo ahorrado}}{\text{costo actual}} \times 100\%$$

V. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PRODUCTO

A. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Esta empresa de empaques flexibles, produce una parte de su materia prima mediante el reciclamiento del scrap generada durante la producción, convirtiendo el scap nuevamente en resinas; mediante el proceso de Pelitizado. Y la parte comprada de su materia prima, esta conformada por, resinas, masterbatch, adhesivos, aditivos, tintas para resinas, cores, cushion, entre otros, y que por medio de un proceso industrial, son convertidas en bolsas de empaque flexibles.

La empresa cuenta con días laborales de veinticuatro horas de lunes a domingo. Por tanto se tienen dos turnos de personal que rotan en horarios de doce horas.

Tabla 3: Horario de turnos

Turno	Hora
T 1	7:00 – 19:00
T2	19:00 – 7:00

1. Misión.

«Generar valor para la empresa y nuestros clientes a través de la creación de soluciones competitivas.»

2. Visión.

«Ser la empresa de referencia en empaques y materiales flexibles en Centro América, México y El Caribe a través de la creación continua de valor para cada uno de sus clientes, trabajadores y accionistas.»

3. Buenas prácticas de manufactura. En esta empresa de empaques flexibles, las buenas prácticas de manufactura son un conjunto de políticas, procedimientos y métodos que aseguran la elaboración de productos sanos y seguros. Por lo que poseen diez tips para llevar acabo las buenas prácticas de manufactura las cuales son:

- 1) No colocar producto en el piso, sólo en tarimas.
- 2) Controlar fugas de cualquier tipo.

- 3) Mantener limpias las superficies de contacto con el material.
- 4) Mantener los basureros tapados.
- 5) Limpiar polvo y telas de araña.
- 6) Utilizar adecuadamente los sanitarios y mantenerlos limpios.
- 7) Utilizar adecuadamente la cofia, mantenerla limpia y en buen estado.
- 8) El personal que está en contacto con el producto, no debe utilizar maquillaje.
- 9) Lavarse las manos al ingresar a la planta y mantener las uñas cortas.
- 10) Mantener un ambiente cordial en las áreas.

4. Normas de higiene y seguridad personal. Para poder cumplir con las políticas de calidad, es importante que los operarios siempre tengan una buena apariencia. Para esto es necesario que los operarios tomen una ducha diaria antes de iniciar la jornada laboral. Utilizar camisas limpias y lavadas cada día. Además, del uso de una cofia o redcilla para la cabeza, la cual debe cubrir el pelo y las orejas en su totalidad (evita que la caída del cabello dentro de las instalaciones)

Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Políticas relacionadas al uniforme y equipo personal

- Es obligatorio el uso del uniforme.
- El uniforme debe estar limpio.
- Es obligatorio el uso de calzado industrial dentro de las instalaciones.
- Es obligatorio el uso de cofia dentro de la planta de producción.
- Es obligatorio el uso de lentes protectores dentro de las áreas requeridas.
- Es obligatorio el uso de tapones de oído.

Políticas sobre limpieza de manos

- Las manos deben estar limpias al ingresar a la planta.
- Mientras se encuentre dentro de la planta se debe evitar:
 - Rascar la cabeza o cualquier otra parte del cuerpo.
 - Colar los dedos dentro de la boca, la nariz o la oreja.
- Se deben lavar las manos siempre, mientras se encuentre dentro de la planta después de:
 - Utilizar los servicios sanitarios.
 - Tocar objetos o superficies que no están limpias: tarimas, bobinas, paredes, pisos, etc.

Políticas sobre barbas y limpieza de uñas

- Las uñas siempre deben estar cortas.
- Prohibido el uso de uñas postizas.

- No debe decorar de ninguna forma; pintado, calcomanías.
- Se debe ingresar con la barba y bigote recortados o rasurados de lo contrario:
 - Se debe usar el cubre bigote.
 - Se tiene barba debe utilizar el cubre barba.

Acciones no permitidas dentro de las instalaciones

- Fumar.
- Escupir.
- Ingresar alimentos o bebidas.
- Terminantemente prohibido ingresar o consumir bebidas con contenido alcohólico en las instalaciones.
- Utilizar palillos para dientes u otros objetos en la boca.
- Masticar chicle, tabaco o cualquier otro producto químico.
- Utilizar joyas, reloj u otros accesorios.
- Utilizar uñas o pestañas postizas.
- Utilizar maquillaje, cremas para manos, lociones o perfumes para el cuerpo.

B. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Las bolsas de empaque flexible, son materiales que se emplean para contener una diversidad de productos desde alimentos hasta producto química. Se componen básicamente de dos películas. La primera, consiste en una impresión del diseño y la segunda, de una película transparente o metalizada.

La estructura de las bolsas de empaque flexibles, están conformadas por una película transparente, impresión flexográfica del diseño, adhesivo, película que puede ser metalizado o transparente, mate, etc. Existen casos especiales en donde puede ser trilaminado (Figura 3, 4 y 5):

Figura 3: Componentes de un empaque flexible

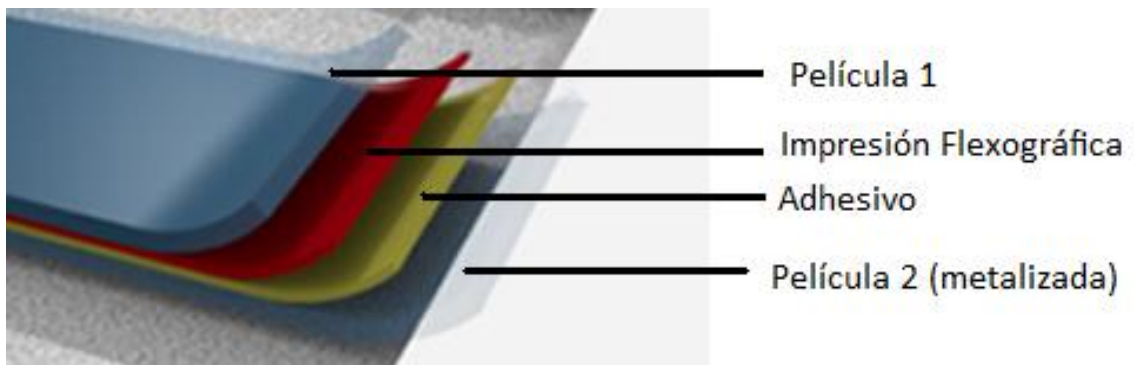


Figura 4: Componentes de un empaque flexible

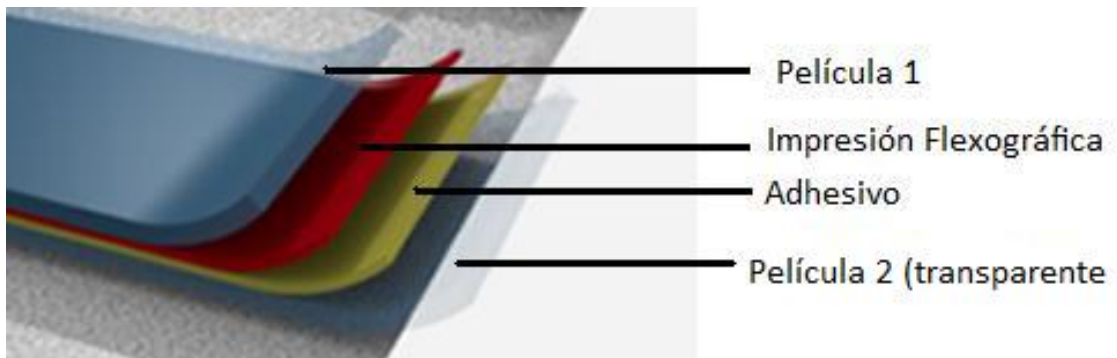
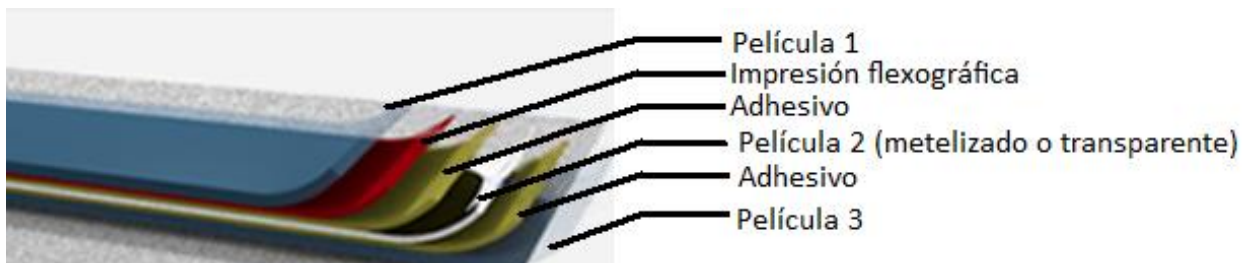


Figura 5: Componentes de un empaque flexible trilaminado






C. TIPOS DE DEFECTOS



Durante la manufactura de los empaques flexibles se pueden tener varios defectos, sin embargo en esta planta sólo se toman determinados defectos en consideración:

1. Pin Hole.
2. Piel de naranja.
3. Deslaminación.
4. Impresión.
5. Puntos translucidos.

Tabla 4: Resumen de defectos

No.	DEFECTO	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
1	Pin hole	Este defecto, se debe a la formación de burbujas entre las dos películas que se adhieren dentro del proceso de laminación. Surge dado a que alguna de las películas no recibe la tensión requerida al momento de ser adheridas.	
2	Piel de naranja	Este defecto se le atribuye al proceso de laminación, debido a que en el material se puede observar el adhesivo empleado para unir ambas películas; la cual se miran como puntos o manchas blancas.	
3	Deslaminación	Defecto que se debe al despliegue de ambas películas por la falta de adhesivo dentro del proceso de laminación. Provocando que las películas se despeguen nuevamente en dos películas.	

Continuación Tabla 4: Resumen de defectos.

No.	DEFECTO	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
4	Impresión	En el se presenta una mala impresión en la película, se puede deber a que la máquina se haya parada, la película se haya movida, falta de tinta o no se realizó adecuadamente la impresión flexográfica.	
5	Puntos translucidos.	Este defecto se le atribuye al material; esto quiere decir, que no es un defecto que proviene del proceso de manufactura de empaques flexibles, es un defecto del material que el proveedor entrego. En este defecto se presentan pequeños agujeros, los cuales solamente se alcanzan a ver cuando el producto esta sobre una superficie iluminada.	

VI. METODOLOGÍA

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

Recopilación de datos históricos; tales como los archivos de capacidad de la planta de 2013, costos de la planta de producción, horarios de turno. En el cual se determinó el tiempo que se tarda en cada actividad dentro de un turno de producción promedio diaria; el cual servirá para la elaboración del análisis de Pareto.

Se hizo un estudio de tiempo y movimiento, en el área de Slitter, en la empresa de empaques flexibles; la cual se encarga de los cortes longitudinales en las bobinas, con el fin de conocer todas las actividades y tareas que se realizan actualmente dentro del área de Slitter. Con ellos se obtuvieron los resultados necesarios para la elaboración de diagramas de operaciones y tiempos por actividad por máquina, esto quiere decir que se estudió cada máquina individualmente para determinar y tomar los tiempos de las actividades, tales como defectos, bajadas de bobinas hijas, ajuste de bobina madre.

Luego de tener los datos necesarios, se determinó para cada máquina cuales eran las actividades que provocaban la mayor pérdida de tiempo; mediante un análisis de Pareto, con los tiempos recopilados en el paso anterior.

Se hizo un análisis de la cantidad de operarios necesarios, para determinar si cada máquina posee el personal adecuado; basado en los archivos de capacidad de la planta de 2013. El cual se utilizó para conocer la demanda, eficiencia de la máquina, velocidad promedio de la máquina, y número de cambios.

Luego de tener los datos tabulados y haber determinado la cantidad de operarios necesarios por máquina y que actividades representaban la mayor pérdida de tiempo, se empleó el método Single Minute Exchange Dies (SMED) para separar las tareas internas de las externas.

Luego de identificar las tareas internas de las externas, se realizó los cambios requeridos para la reducción de las tareas internas a externas y eliminar las tareas innecesarias. Esto da como beneficio, el mejoramiento en los tiempos de las actividades, haciendo la actividad más eficiente.

Elaboración de los nuevos diagramas de operación, para luego comparar las mejoras efectuadas con el proceso actual. Determinando los ahorros que cada máquina aportará y el ahorro general que el área tendrá en caso que se apliquen las mejoras.

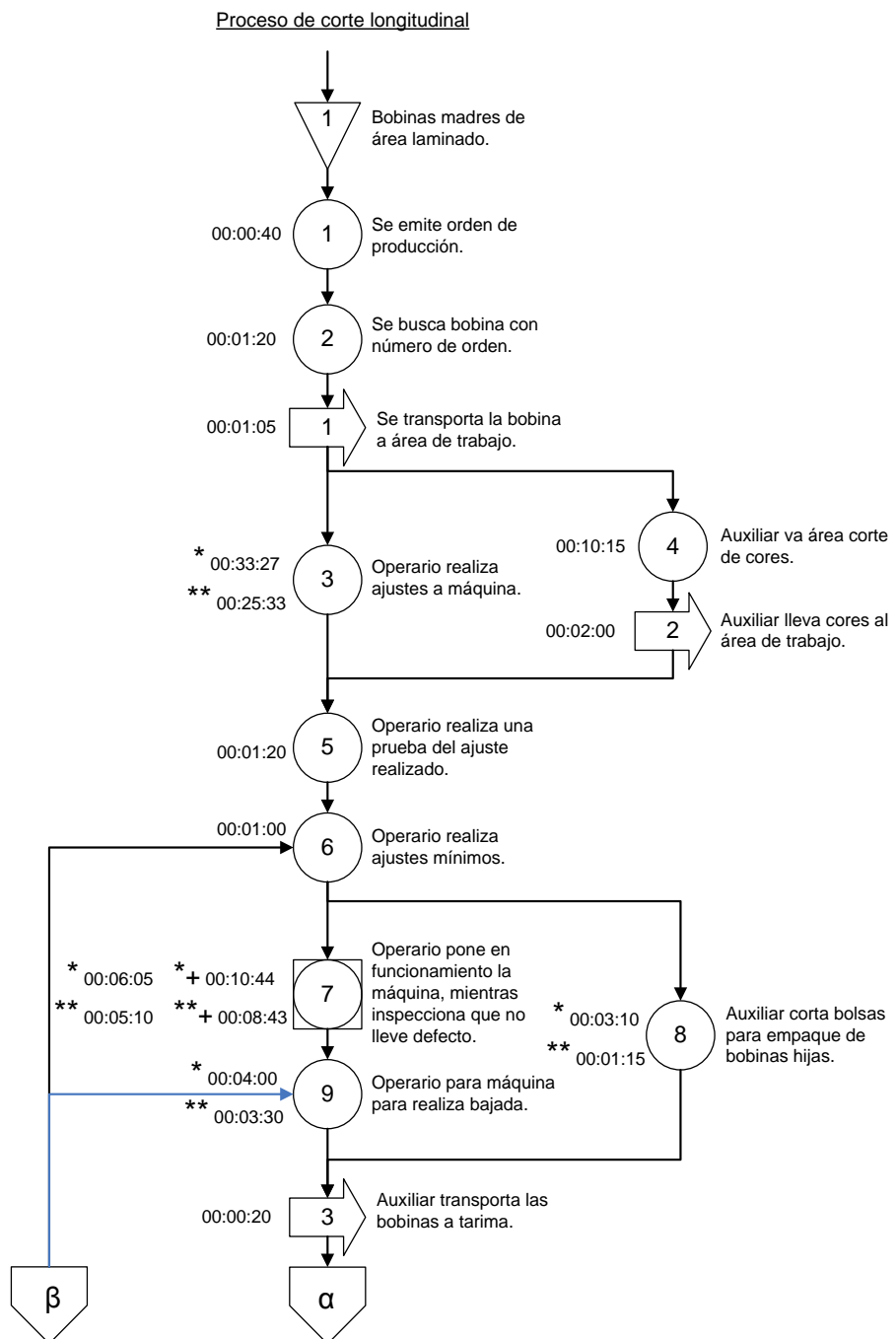
VII. ANÁLISIS DE DATOS

A. DOP ACTUAL DEL ÁREA DE SLITTER (SLT)

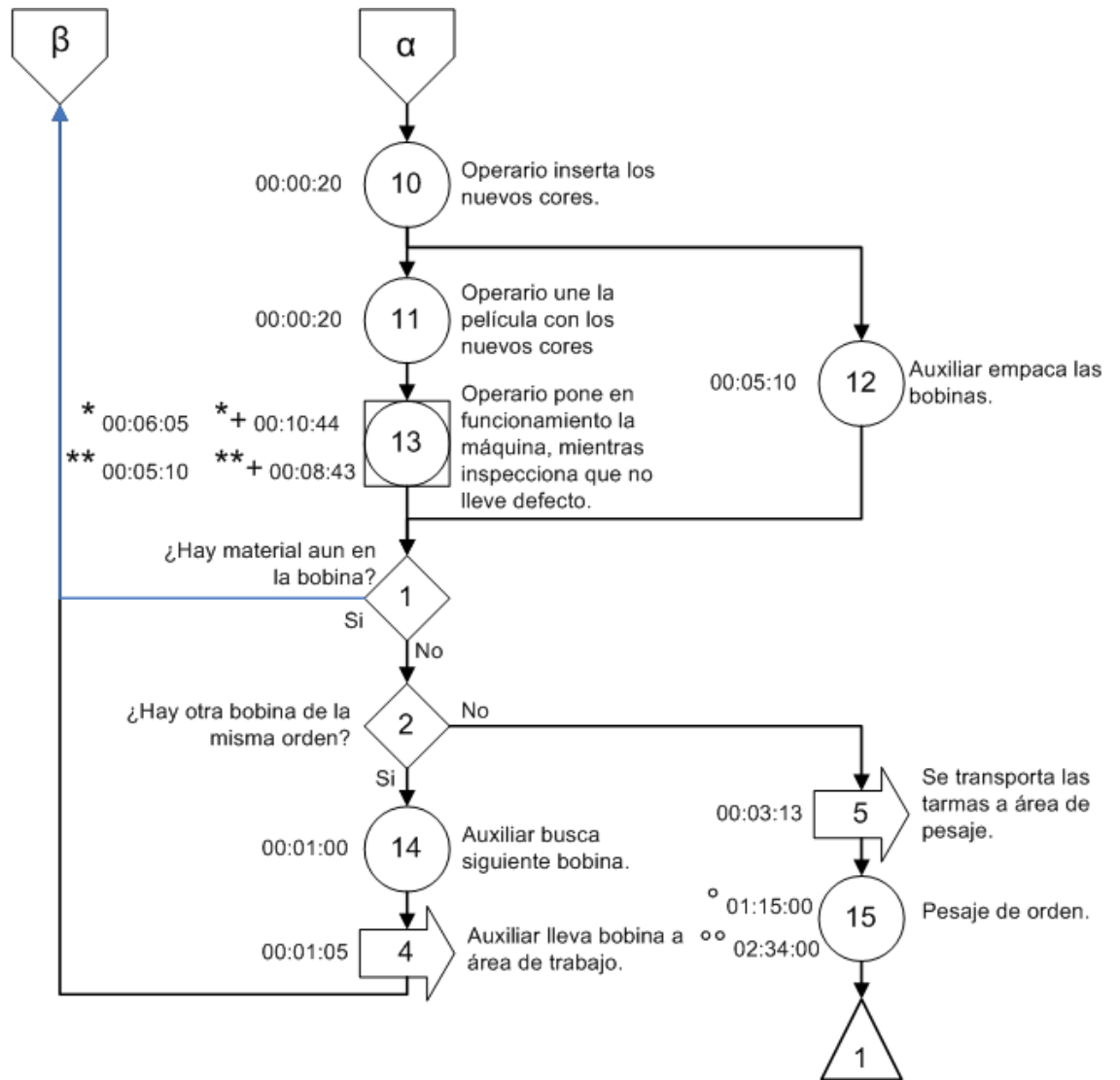
1. DOP actual de SLT-02 y 05

Diagrama 1: DOP actual de área de Slitter para SLT-02 y 05.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Proceso de Slitter (SLT 02, 04 y 05)
 Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
 Proceso Actual, desde la entrada de materia prima hasta el almacenaje del producto final en bodegas.



Continuación Diagrama 1: DOP actual del área de Slitter para SLT-02 y 05.



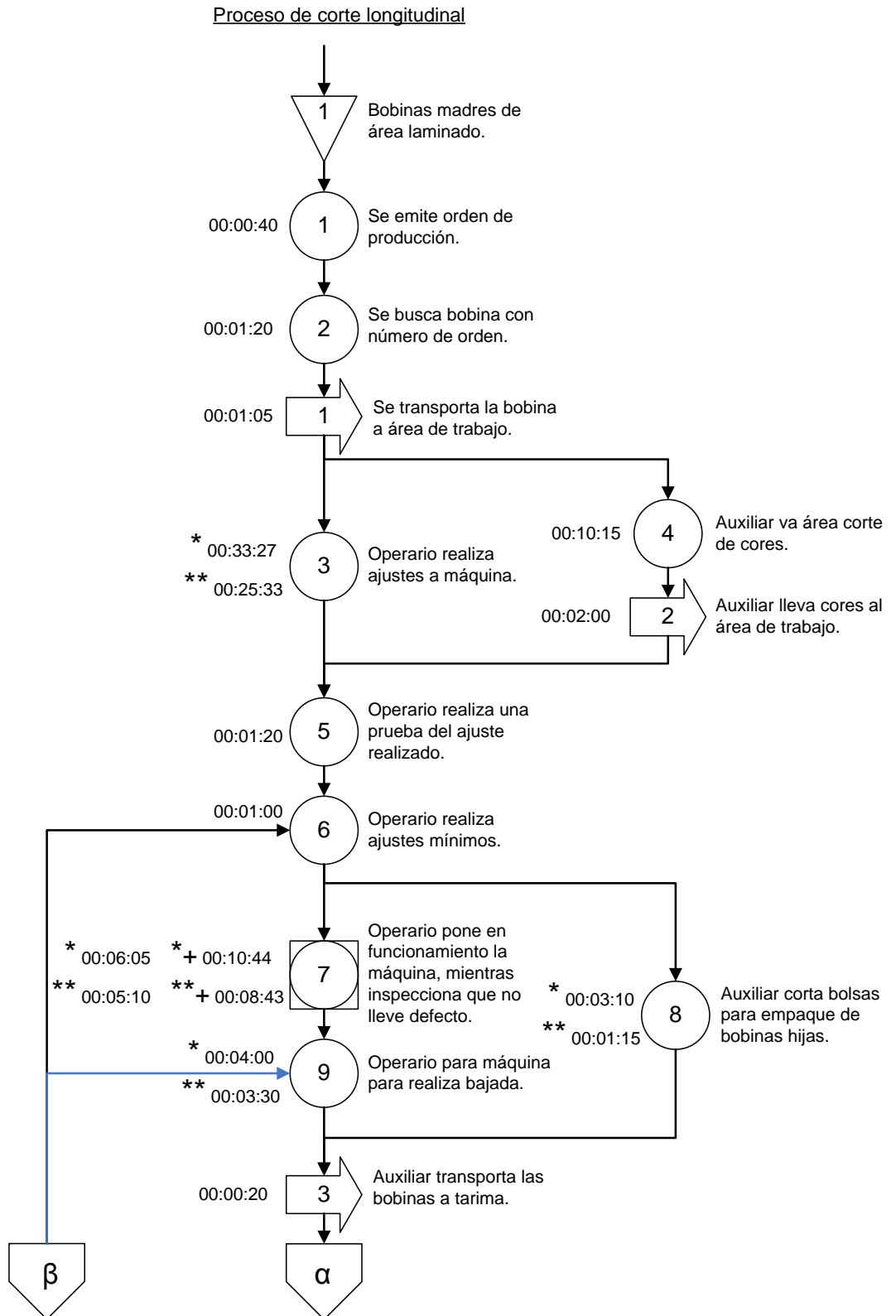
EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	15	02:29:12
Inspecciones	□	2	00:21:28
Trasnporte	⇒	5	00:07:43
Desiciones	◇	2	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	1	00:00:00
Total		25	02:58:23

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Para SLT-02 y 05, tiempo normal
* +	Para SLT-02 y 05, tiempo con defecto
**	Para SLT-04, tiempo normal
** +	Para SLT-04, tiempo con defecto
◦	Pesaje con dos operadores
◦◦	Pesaje con un operadores

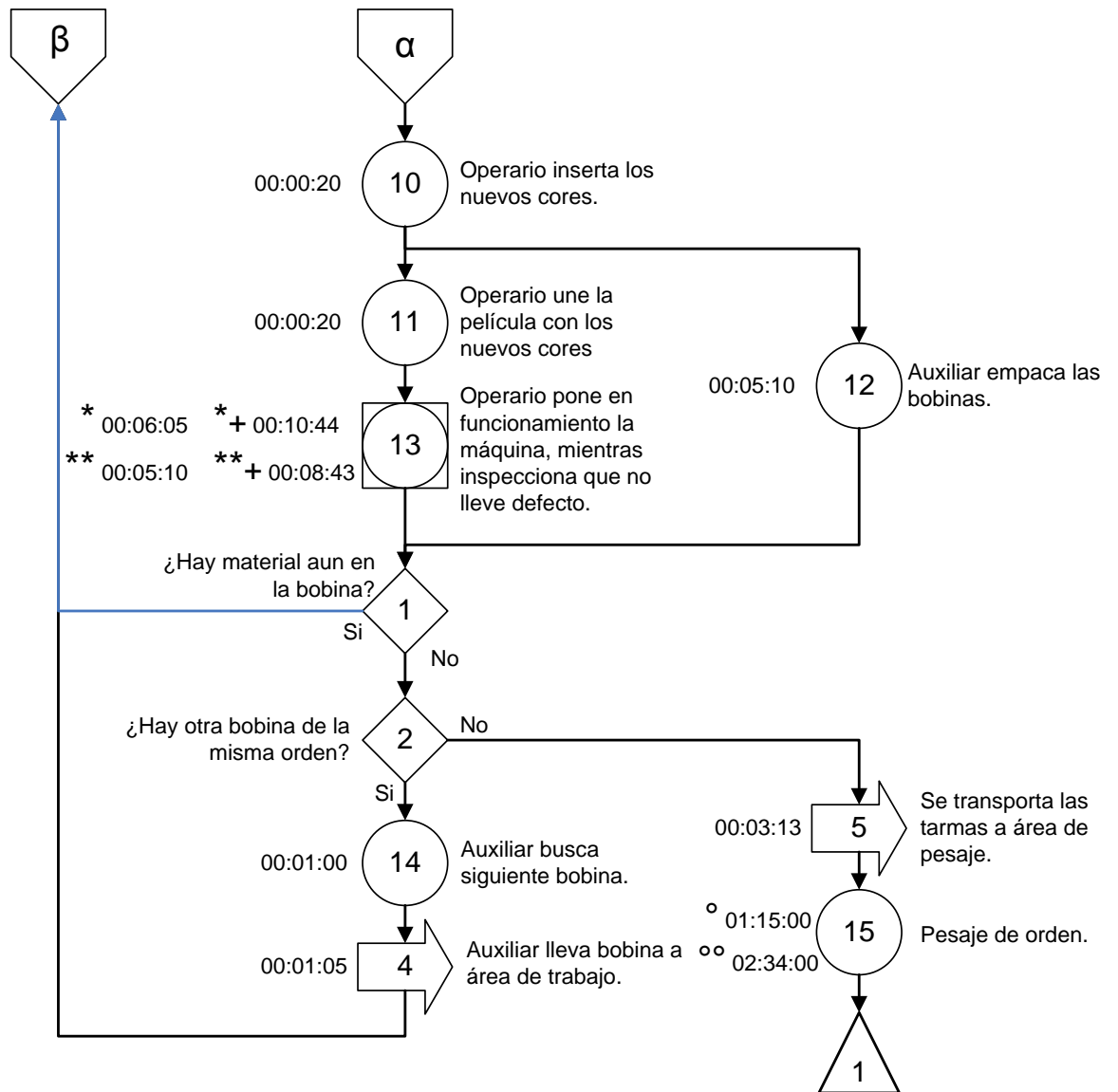
2. DOP actual de SLT-04

Diagrama 2: DOP actual del área de Slitter para SLT-04

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Proceso de Slitter (SLT 02, 04 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde la entrada de materia prima hasta el almacenaje del producto final en bodegas.



Continuación Diagrama 2: DOP actual del área de Slitter para SLT-04



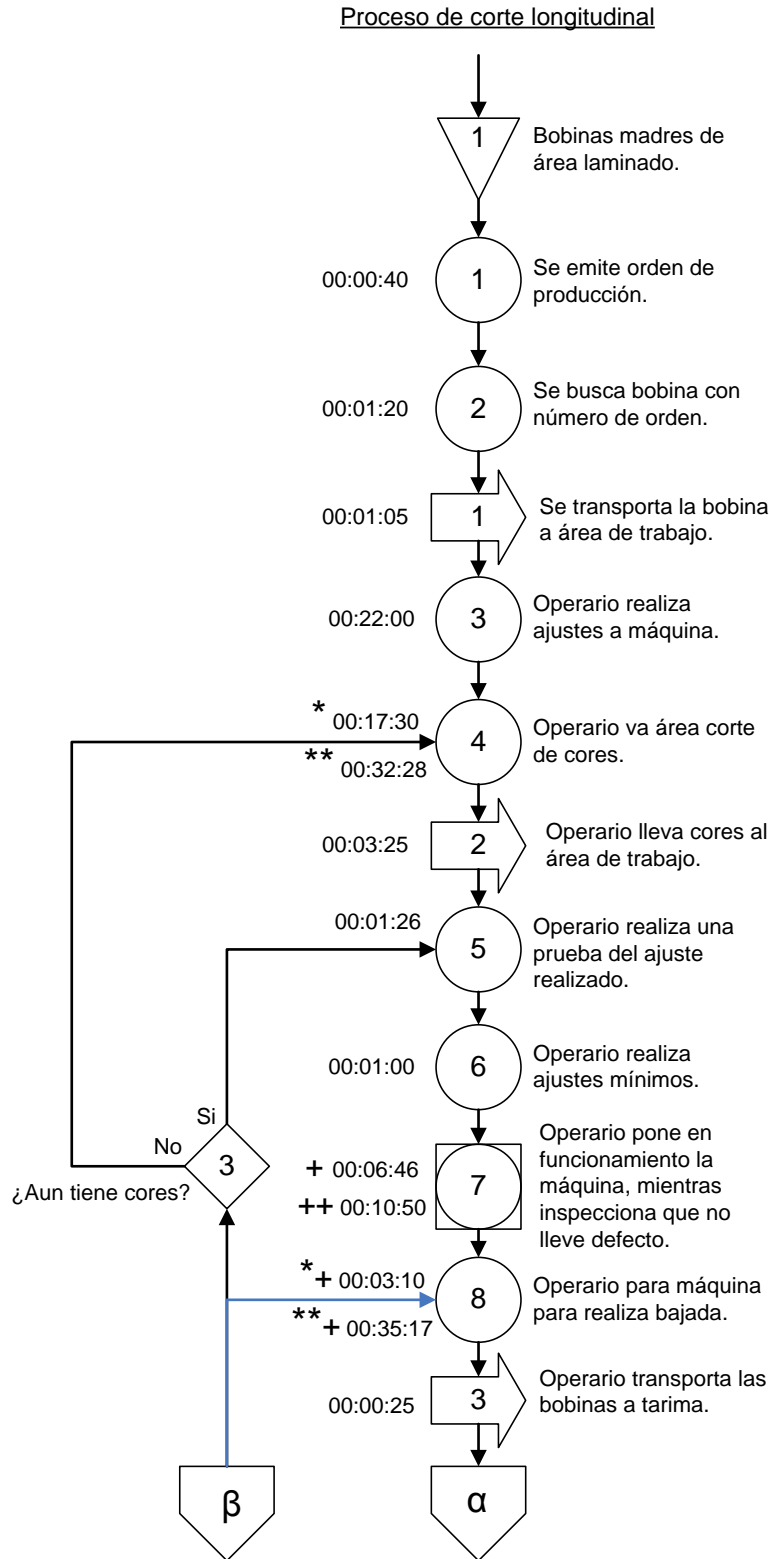
EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	15	02:17:03
Inspecciones	□	2	00:17:23
Trasnporte	➡	5	00:07:43
Desiciones	◇	2	00:00:00
Demoras	◐	0	00:00:00
Almacenamiento	△	1	00:00:00
Total		25	02:42:09

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Para SLT-02 y 05, tiempo normal
*+	Para SLT-02 y 05, tiempo con defecto
**	Para SLT-04, tiempo normal
**+	Para SLT-04, tiempo con defecto
^o	Pesaje con dos operadores
^{oo}	Pesaje con un operadores

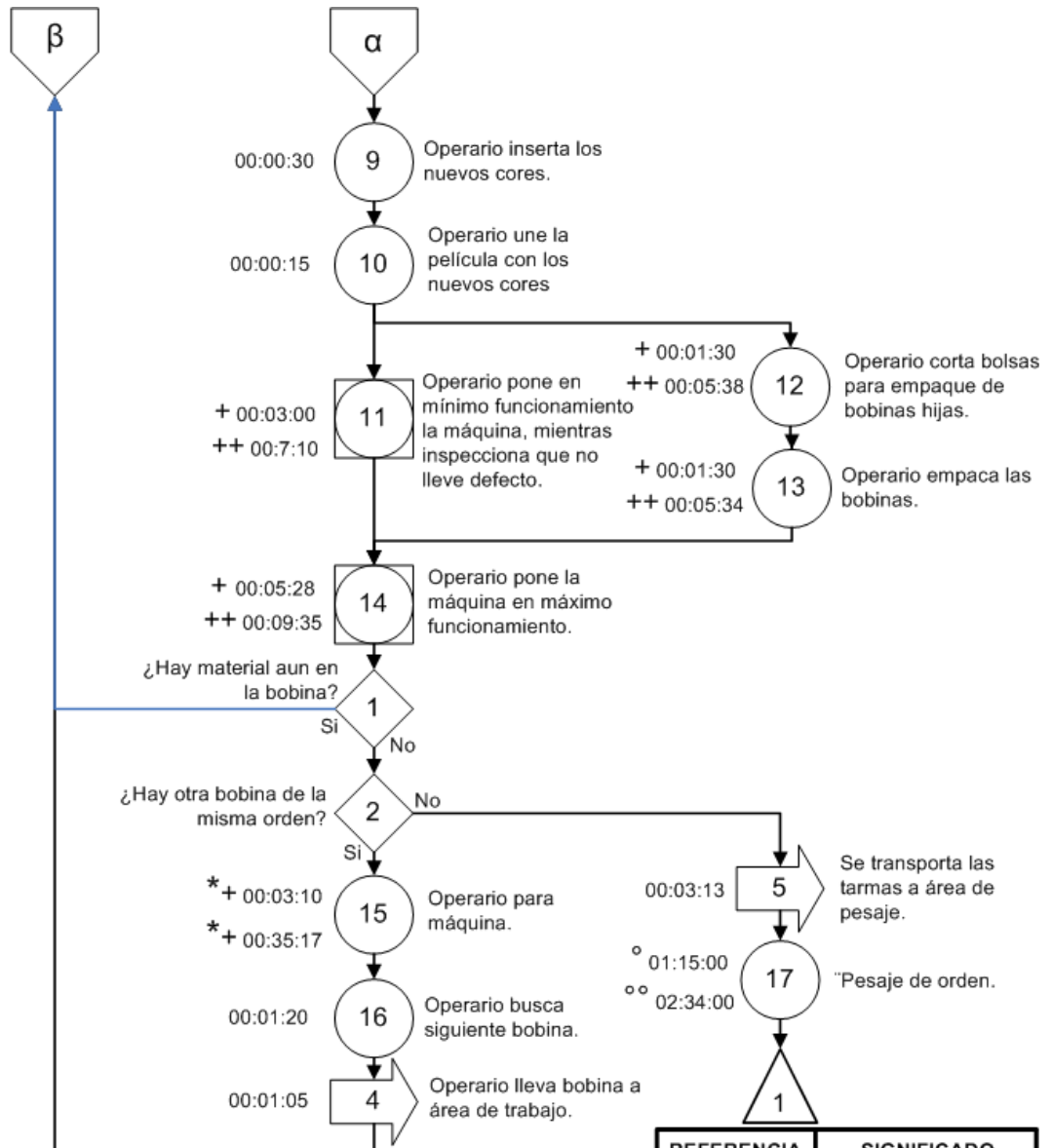
3. DOP actual de SLT-06 y 07

Diagrama 3: DOP actual de área de Slitter para SLT-06 y 07.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Proceso de Slitter (SLT 06 y 07)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde la entrada de materia prima hasta el almacenaje del producto final en bodegas.



Continuación Diagrama 3: DOP actual del área de Slitter para SLT-06 y 07.



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	17	02:22:35
Inspecciones	□	3	00:27:35
Trasnporte	⇒	5	00:09:13
Desiciones	◇	3	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	1	00:00:00
Total		29	02:59:23

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	No debe esperar.
**	Debe esperar.
* +	Posee cores para el trabajo.
** +	Debe ir a cortar cores
+	Tiempo normal
++	Tiempo con defecto
○	Pesaje con dos operadores
○○	Pesaje con un operadores

B. HERRAMIENTA PARA IDENTIFICAR PUNTOS CRÍTICOS DE LA OPERACIÓN DEL PROCESO DE SLITTER

La herramienta que se utilizó para identificar las operaciones críticas y sus respectivos puntos de mejora fueron un análisis de Pareto y las tablas de análisis SMED.

Se utilizó el análisis de Pareto para estipular las actividades en las que se debía enfocar la mejora y evitar mejorar las actividades que no representan un problema. Por lo que los datos presentados en las Tablas 4, 5 y 6 se obtuvieron al realizar la recopilación de información de un estudio de tiempo realizado a las máquinas. Donde únicamente se pudo medir los tiempos de las Slitter 2, 4, 5, 6 y 7, dado que con la Slitter 1 y 3 se tuvo un imprevisto durante el proyecto, ya que se encontraban fuera de servicio debido que en ellas se arruinó la tarjeta madre del tablero de dichas máquinas; la cual controla las funciones de la máquina. Por lo que fue necesario adaptarse para poder cumplir con los objetivos.

Cabe mencionar que dentro del área de Slitter se tienen pares de maquinaria similar, esto quiere decir que se tiene dos máquinas de cada una. Son similares ya que las máquinas operan al mismo ritmo y requiere de las mismas actividades para ajustar las bobinas madres, realizar las bajadas de bobinas hijas, ajustes por defectos, entre otros. Incluso las dos máquinas son del mismo modelo. Por ende dentro del área de Slitter las SLT-01 es igual que la SLT-03, SLT-02 igual a la SLT-05 y la SLT-06 igual a la SLT-07 y la SLT-04 es la única máquina que no es similar a las demás.

Tabla 5: Datos recopilados del estudio de tiempo para las SLT-02 y 05.

TAREA O ACTIVIDADES	TIEMPO (s)
Ajuste	166.56
Bajadas	196.89
Cambio de bobina	29.48
Defecto por deslaminación	23.17
Defecto por impresión	20.05
Defecto por piel de naranja	
Defecto por pin hole	10.03
Defecto por puntos translucidos	
Otros defectos	36.07

Tabla 6: Datos recopilados del estudio de tiempo para la SLT-04.

TAREA O ACTIVIDADES	TIEMPO (s)
Ajuste	65.22
Bajadas	120
Cambio de bobina	17.77
Defecto por deslaminación	41.78
Defecto por impresión	28.48
Defecto por piel de naranja	
Defecto por pin hole	
Defecto por puntos translucidos	
Otros defectos	9.21

Tabla 7: Datos recopilados del estudio de tiempo para las SLT-06 y 07.

TAREA O ACTIVIDADES	TIEMPO (s)
Ajuste	115.51
Bajadas	216.74
Cambio de bobina	25.33
Defecto por deslaminación	6.81
Defecto por impresión	22.37
Defecto por piel de naranja	2.22
Defecto por pin hole	5.75
Defecto por puntos translucidos	
Otros defectos	15.81

En las siguientes tablas se muestra los porcentajes que representa cada valor.

Tabla 8: Tiempos muertos totales y el porcentaje que representan para la SLT-02 y 05.

TAREA O ACTIVIDAD	TIEMPO (s)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Bajadas	196.886	40.83%	40.83%
Ajuste	166.56	34.54%	75.37%
Otros defectos	36.07	7.48%	82.84%
Cambio de bobina	29.48	6.11%	88.96%
Defecto por deslaminación	23.17	4.80%	93.76%
Defecto por impresión	20.05	4.16%	97.92%
Defecto por pin hole	10.03	2.08%	100.00%
Defecto por piel de naranja		0.00%	100.00%
Defecto por puntos translucidos		0.00%	100.00%

Tabla 9: Tiempos muertos totales y el porcentaje que representan para la SLT-04.

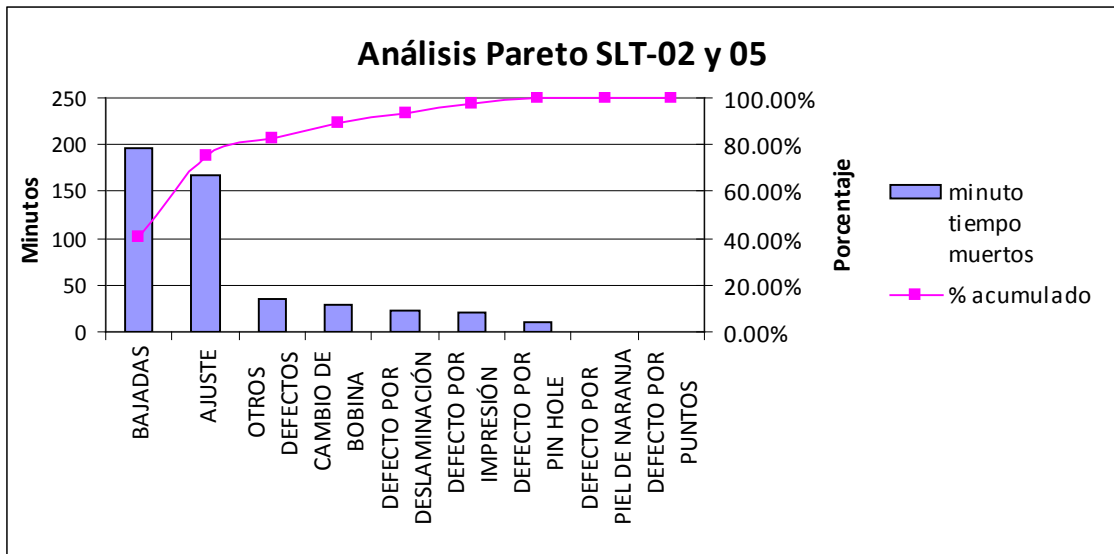
TAREA O ACTIVIDAD	TIEMPO (s)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Bajadas	120	42.48%	42.48%
Ajuste	65.22	23.09%	65.57%
Defecto por deslaminación	41.78	14.79%	80.37%
Defecto por impresión	28.48	10.08%	90.45%
Cambio de bobina	17.77	6.29%	96.74%
Otros defectos	9.21	3.26%	100.00%
Defecto por piel de naranja		0.00%	100.00%
Defecto por puntos translucidos		0.00%	100.00%
Defecto por pin hole		0.00%	100.00%

Tabla 10: Tiempos muertos totales y el porcentaje que representan para la SLT-06 y 07

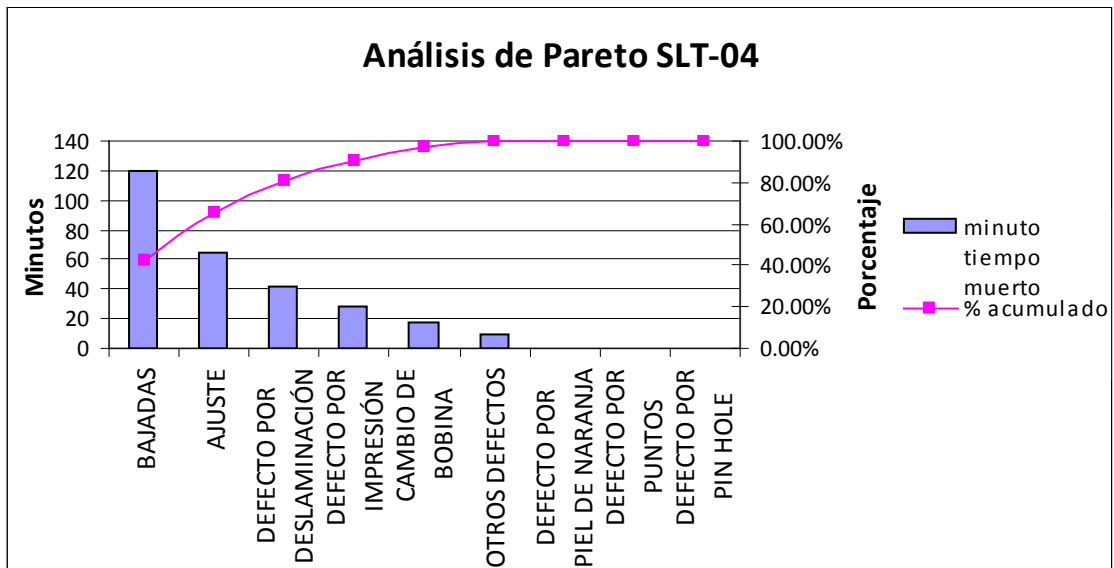
TAREA O ACTIVIDAD	TIEMPO (s)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Bajadas	216.74	52.79%	52.79%
Ajuste	115.51	28.14%	80.93%
Cambio de bobina	25.33	6.17%	87.10%
Defecto por impresión	22.37	5.45%	92.55%
Otros defectos	15.81	3.85%	96.40%
Defecto por deslaminación	6.81	1.66%	98.06%
Defecto por puntos translucidos	5.75	1.40%	99.46%
Defecto por piel de naranja	2.22	0.54%	100.00%
Defecto por pin hole		0.00%	100.00%

Luego de elaborar dichas gráficas de Pareto, se puede ver que el 80% de los tiempos muertos para la SLT-02 y 05 son provocados por las bajadas, ajustes y otros defectos. Mientras que la SLT-04 son bajadas, ajustes y defectos por deslaminación. Y para la las SLT-06 y 07 son bajadas y ajustes. Como se puede observa en las siguientes gráficas, respectivamente.

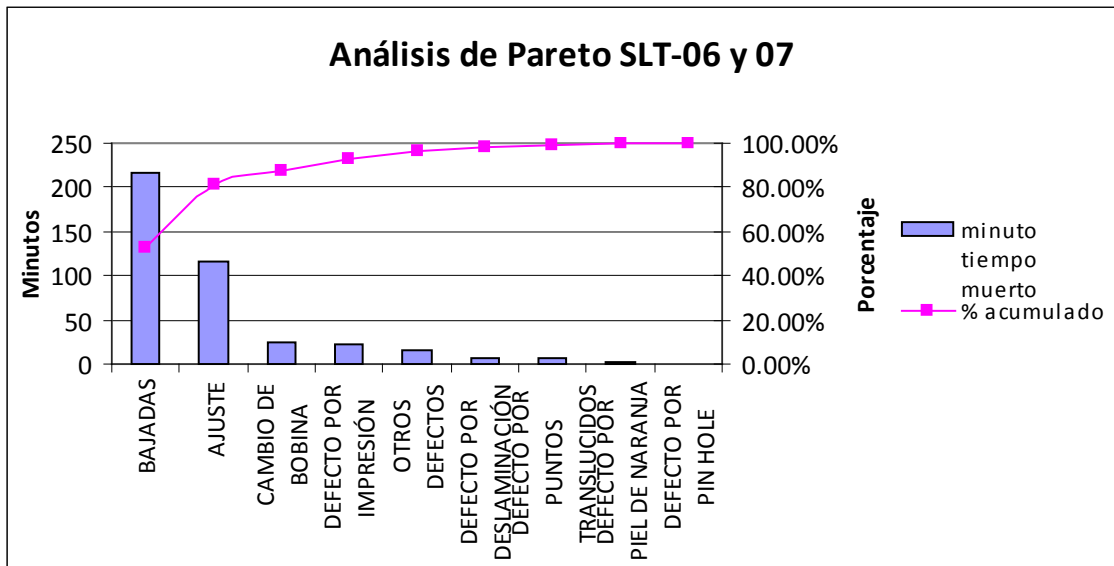
Gráfica 1: Gráfica de Pareto de tiempos muerto en SLT-02 y 05.



Gráfica 2: Gráfica de Pareto de tiempos muerto en SLT-04.



Gráfica 3: Gráfica de Pareto de tiempos muerto en SLT-06 y 07.



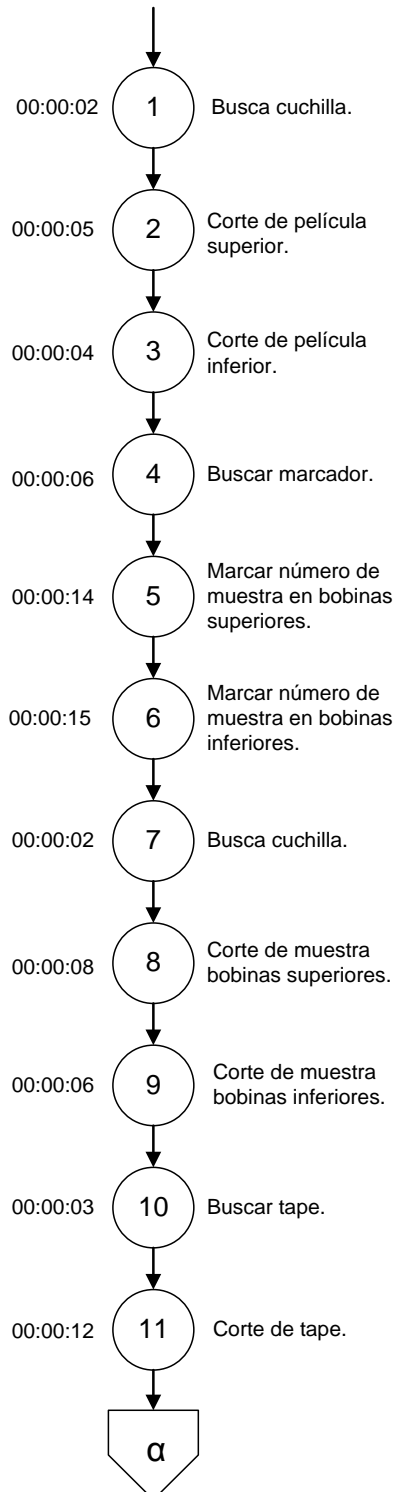
Para poder tener una mejor apreciación de las tareas que se van a mejorar para las actividades anteriormente mencionadas, a continuación se presentan los DOP para dichas actividades:

1. SLT-02 y 05

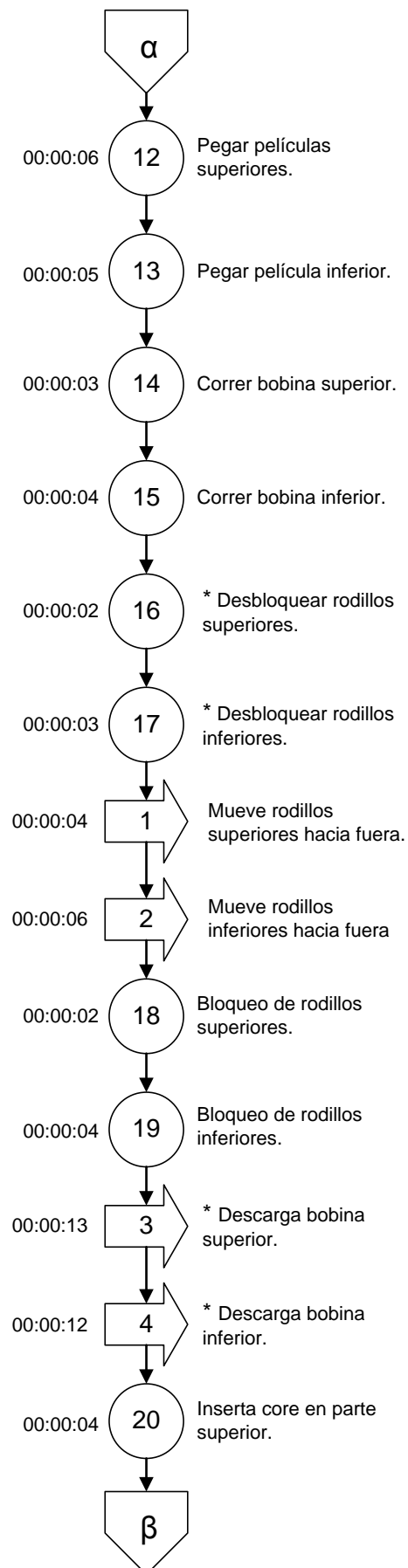
a. Actividad de Bajada de bobina hija SLT-02 y 05

Diagrama 4: DOP actual de Bajada para SLT-02 y 05.

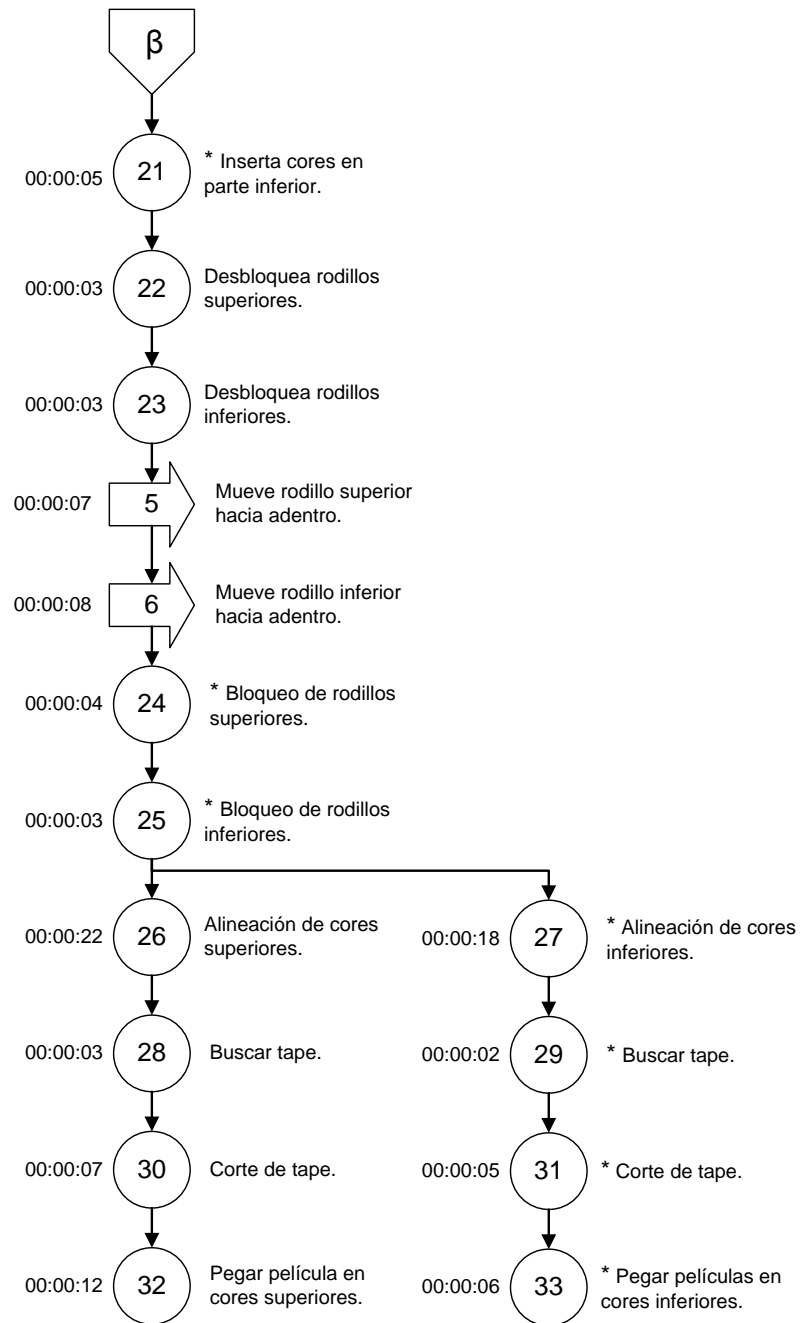
DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Bajada (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

Proceso de Bajada de bobina hija

Continuación Diagrama 4: DOP actual de bajada para SLT-02 y 05



Continuación Diagrama 4: DOP actual de bajada para SLT-02 y 05



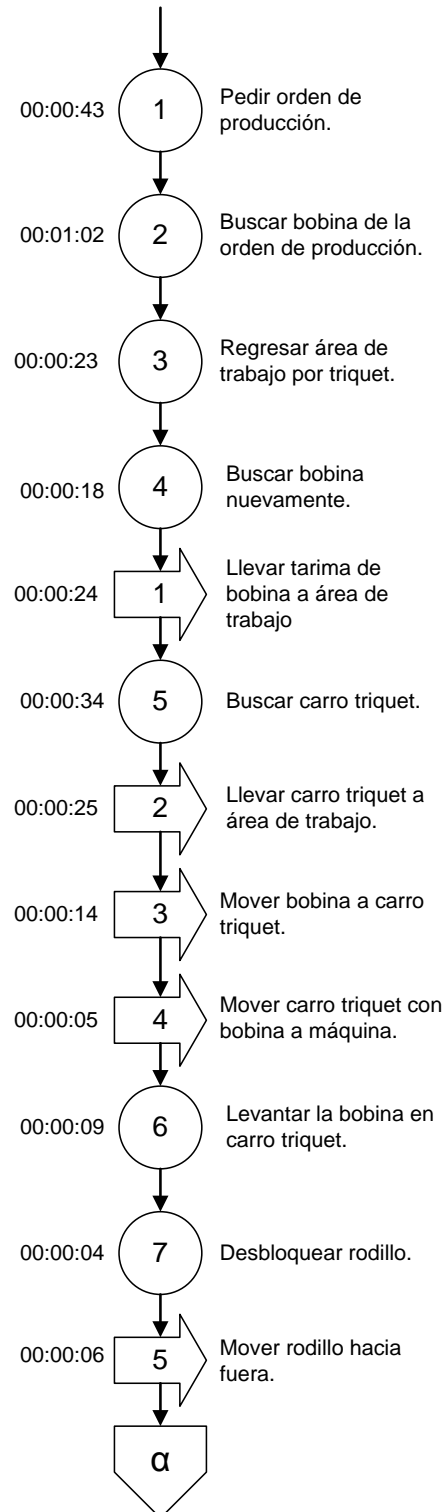
EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	33	00:03:23
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	6	00:00:50
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		39	00:04:13

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

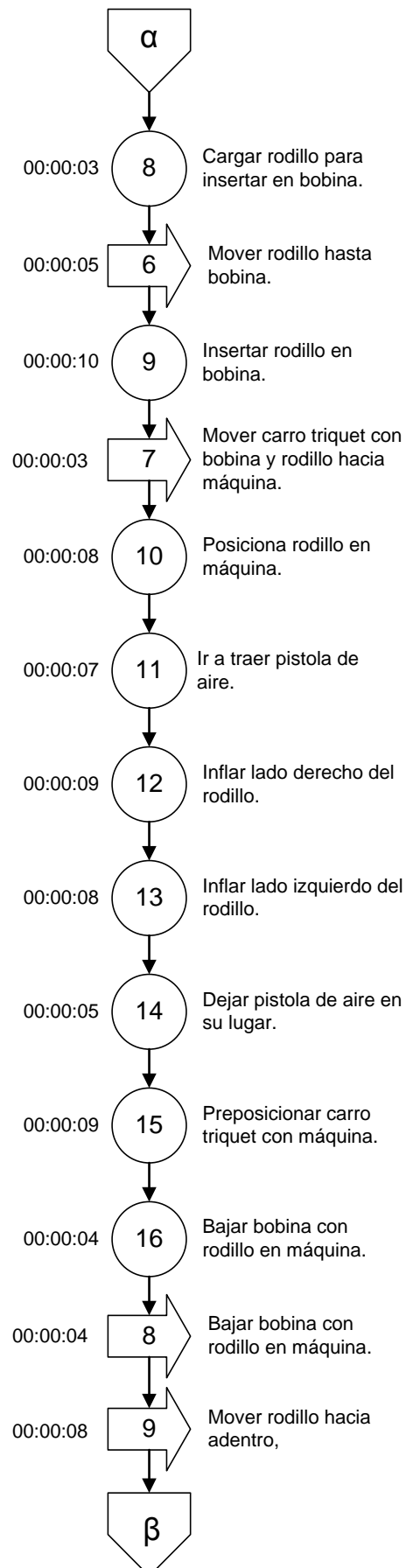
b. Actividad de Ajuste de bobina madre SLT-02 y 05

Diagrama 5: DOP actual de Ajuste para SLT-02 y 05.

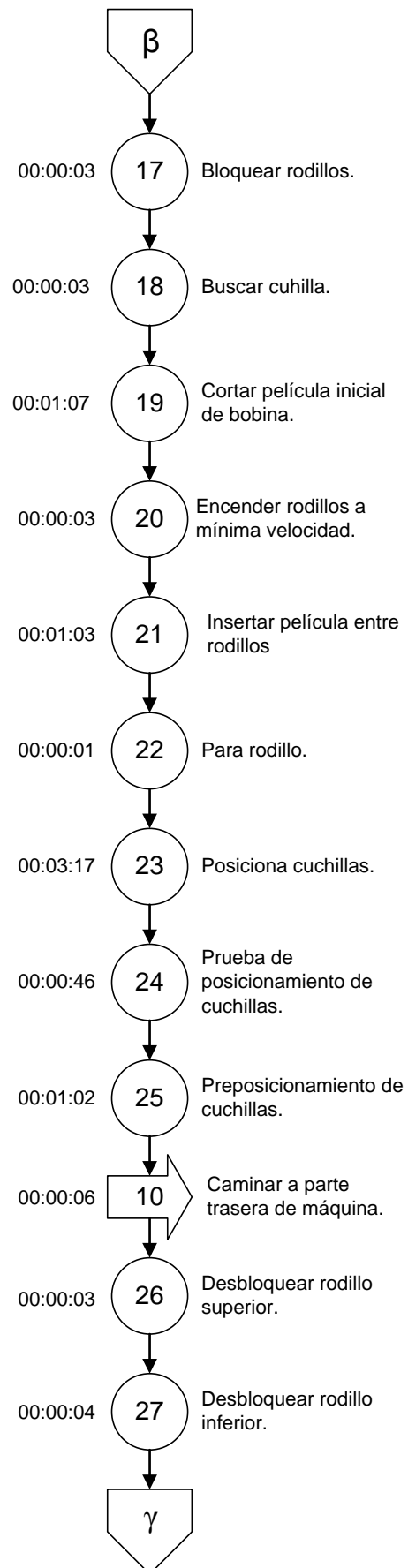
DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Ajuste (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde emisión de orden de producción hasta arranque.

Proceso de Ajuste inicial de bobina madre

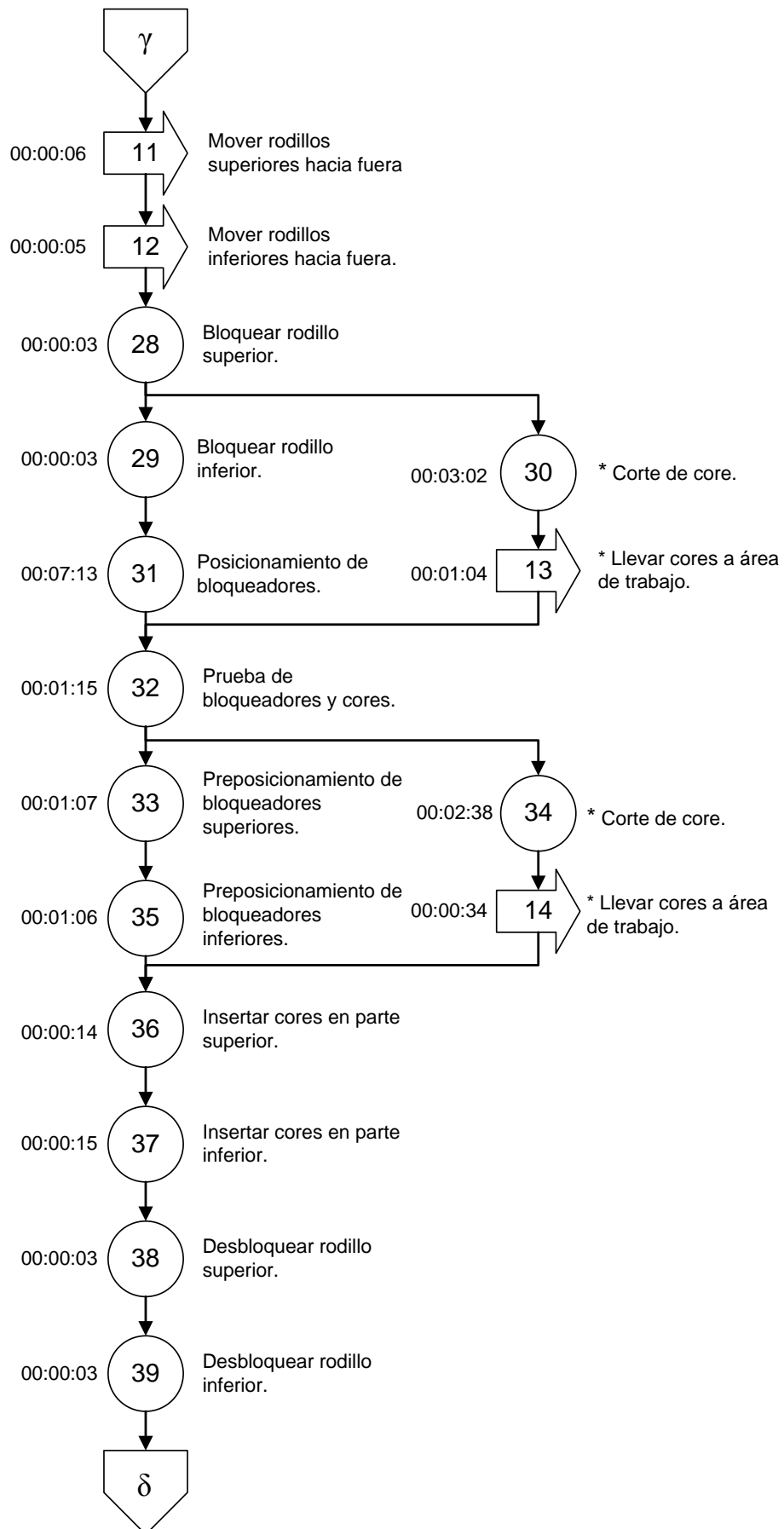
Continuación Diagrama 5: DOP actual de Ajuste para SLT-02 y 05



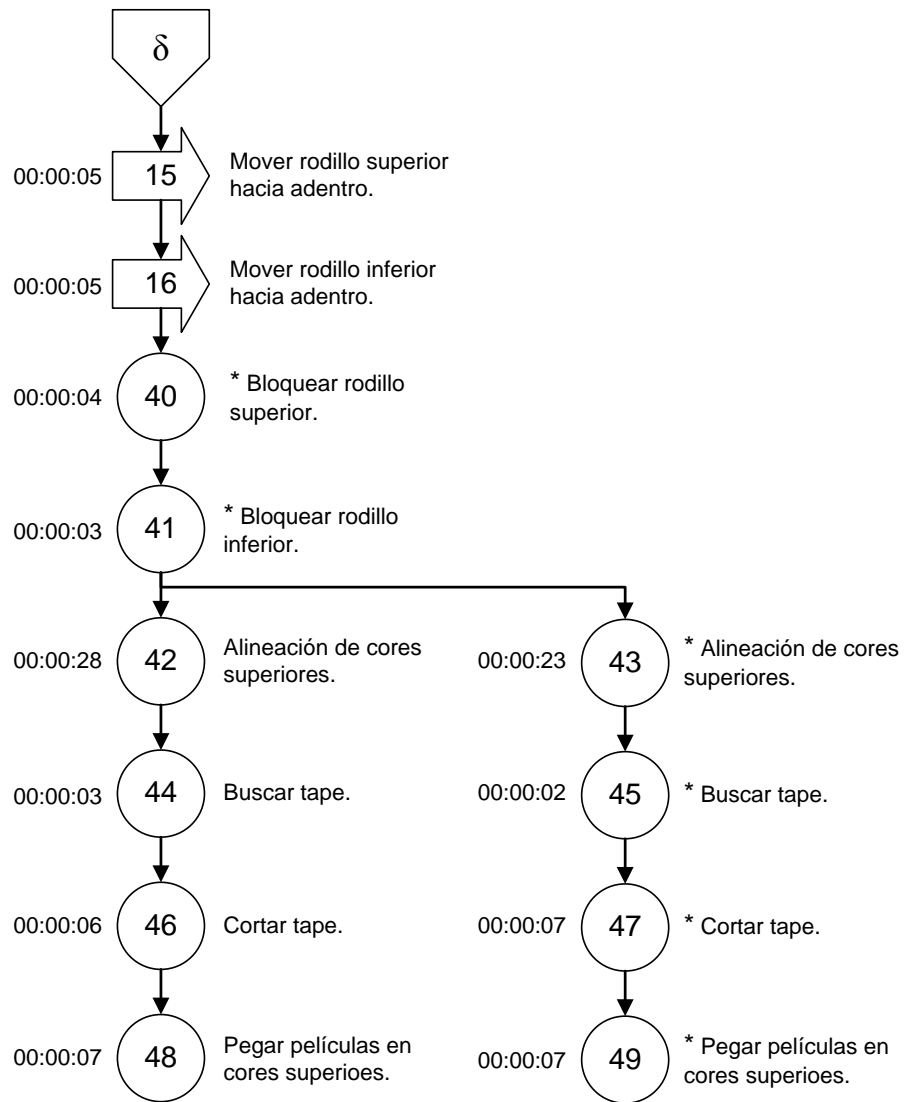
Continuación Diagrama 5: DOP actual de Ajuste para SLT-02 y 05



Continuación Diagrama 5: DOP actual de Ajuste para SLT-02 y 05



Continuación Diagrama 5: DOP actual de Ajuste para SLT-02 y 05



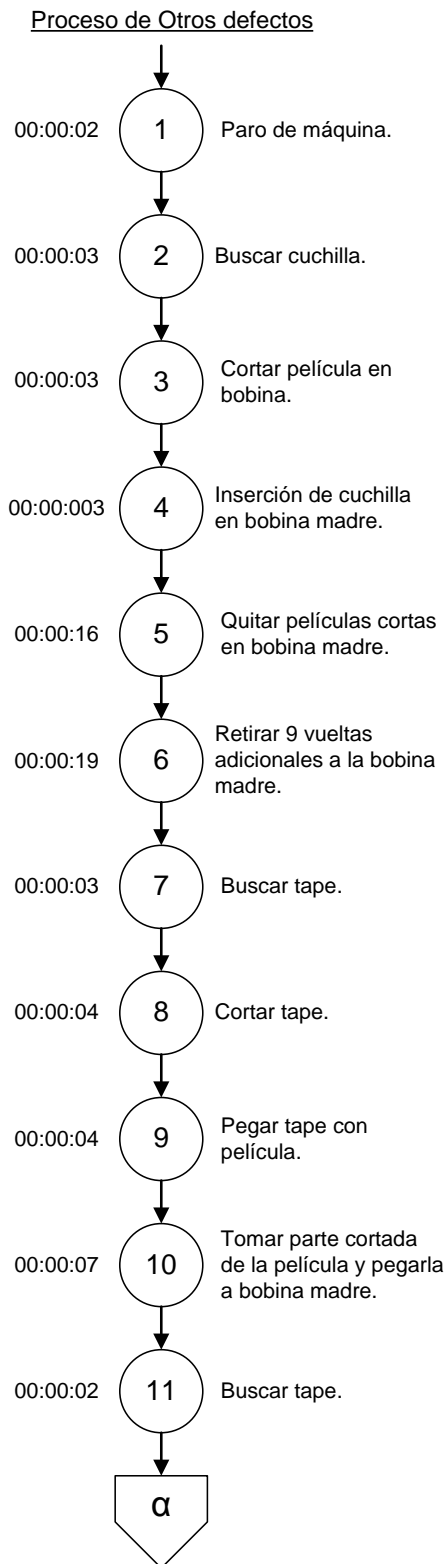
EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	49	00:30:20
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	16	00:04:39
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	◐	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		65	00:34:59

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

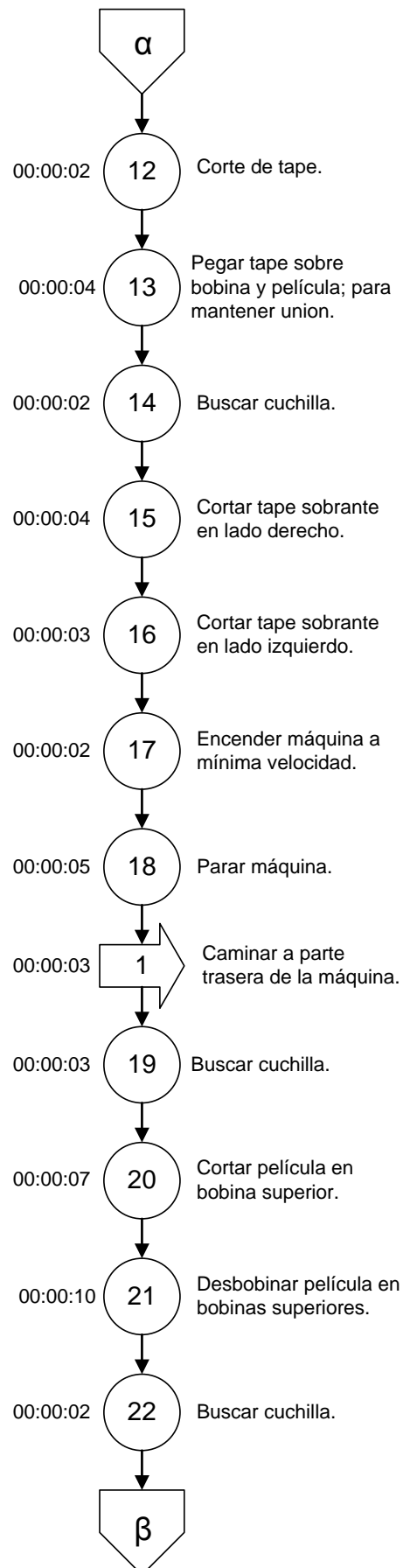
c. Actividad de Otros defectos SLT-02 y 05

Diagrama 6: DOP actual de Otros defectos para SLT-02 y 05.

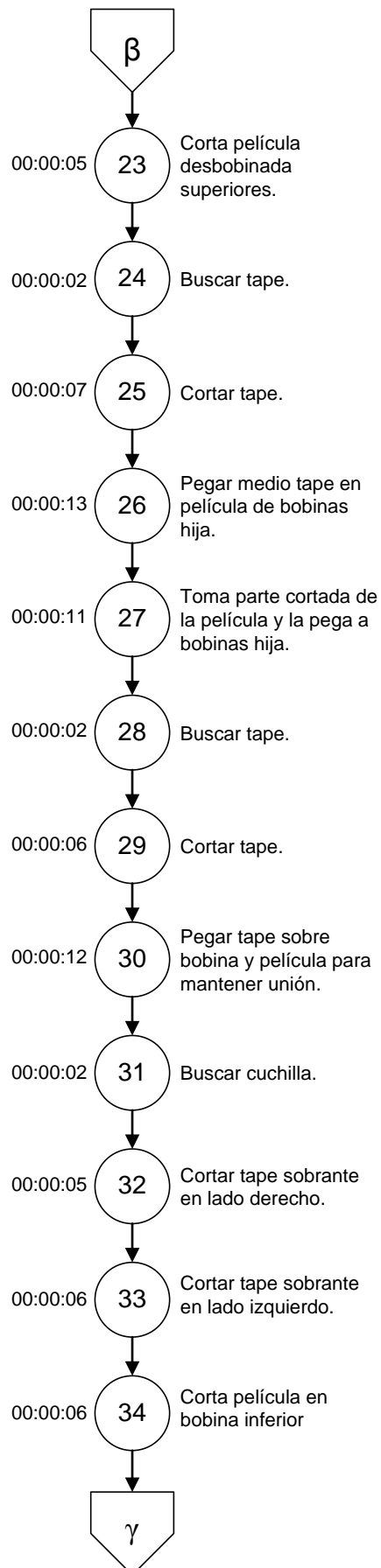
DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Otros defectos (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde para de máquina hasta arranque.



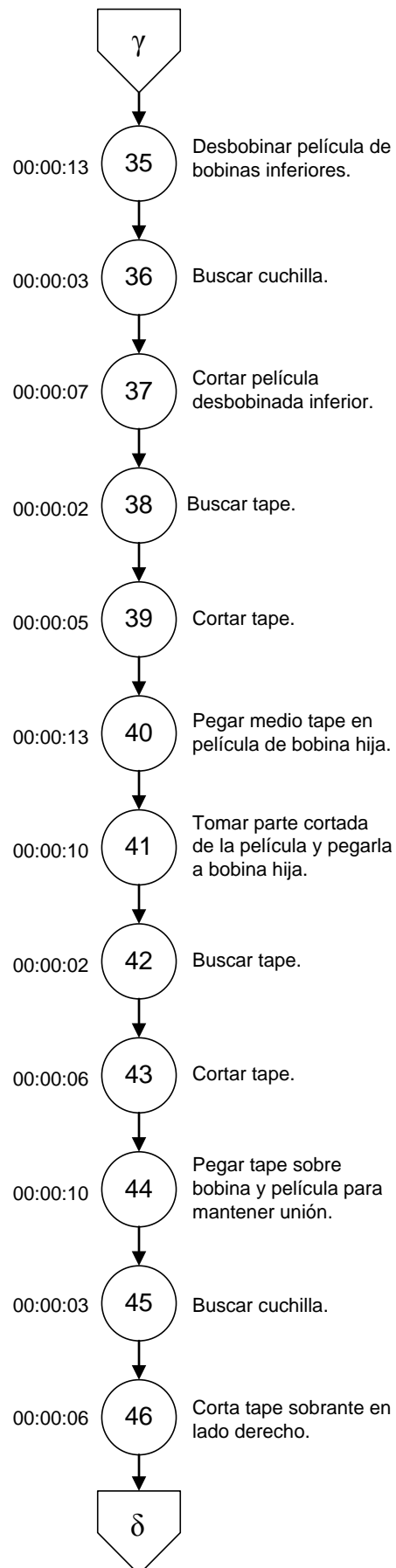
Continuación Diagrama 6: DOP actual de Otros defectos para SLT-02 y 05.



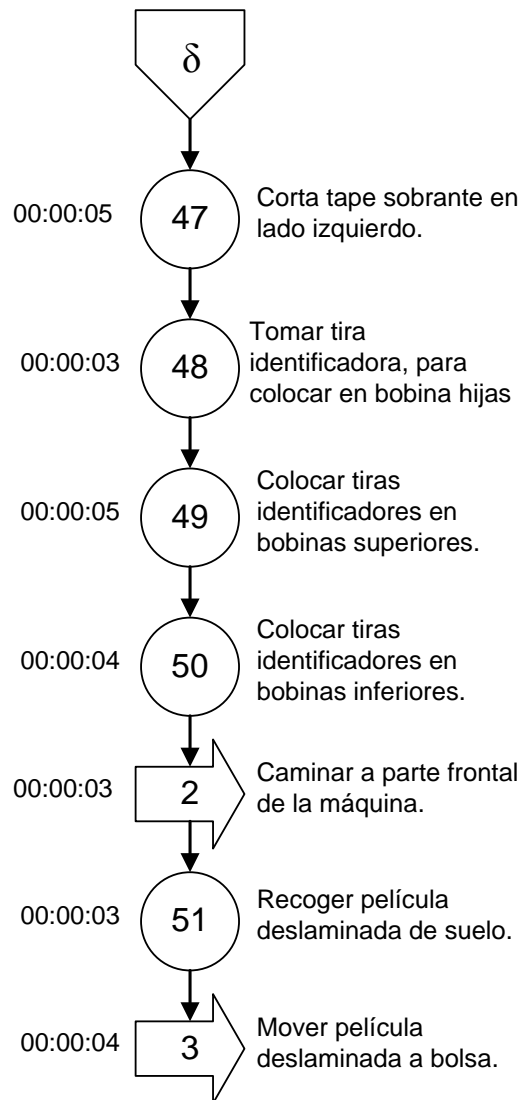
Continuación Diagrama 6: DOP actual de Otros defectos para SLT-02 y 05.



Continuación Diagrama 6: DOP actual de Otros defectos para SLT-02 y 05.



Continuación Diagrama 6: DOP actual de Otros defectos para SLT-02 y 05.



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	51	00:04:47
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	3	00:00:10
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	◐	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		54	00:04:57

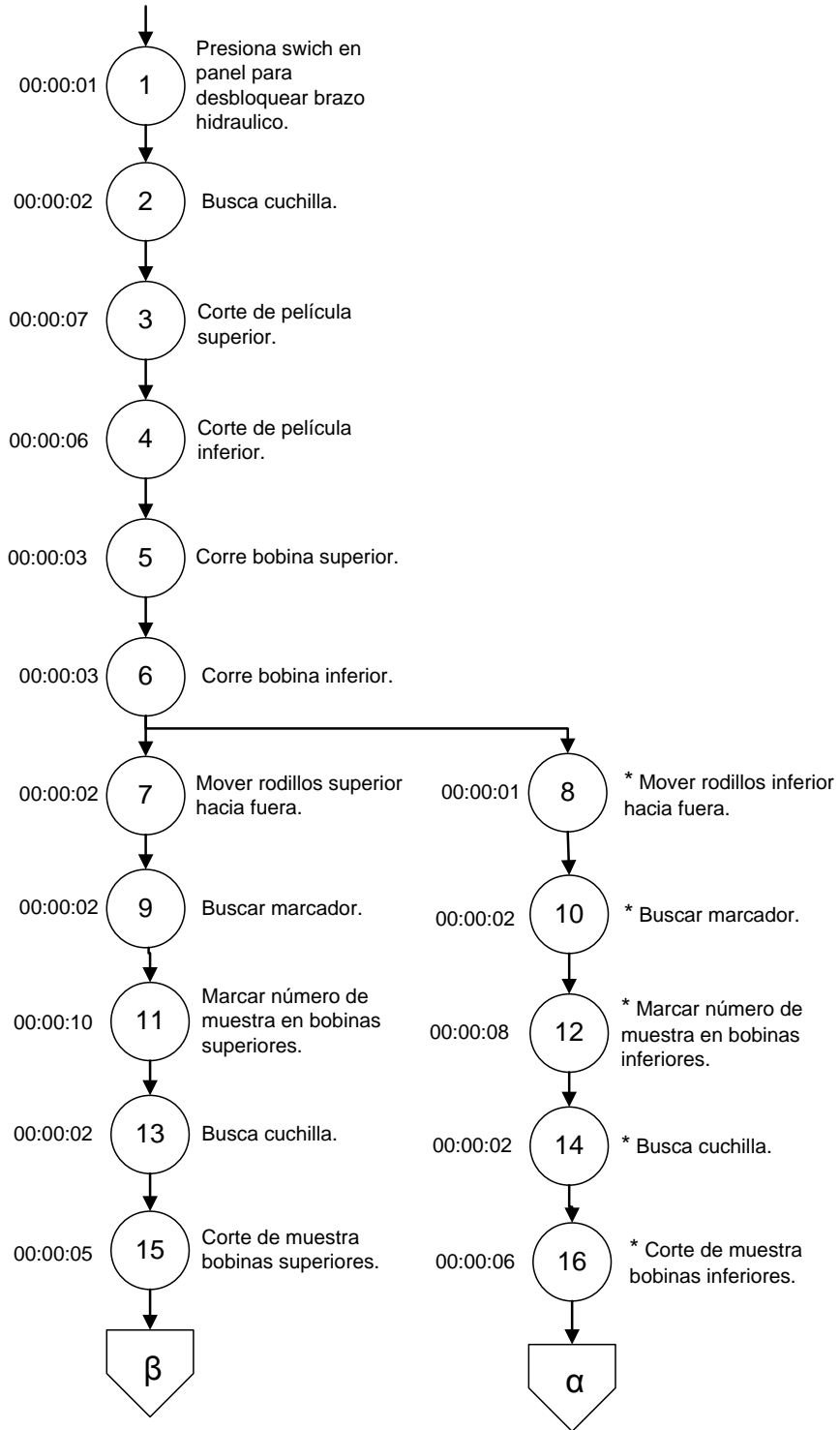
2. SLT-04

a. Actividad de Bajada de bobina hija SLT-04

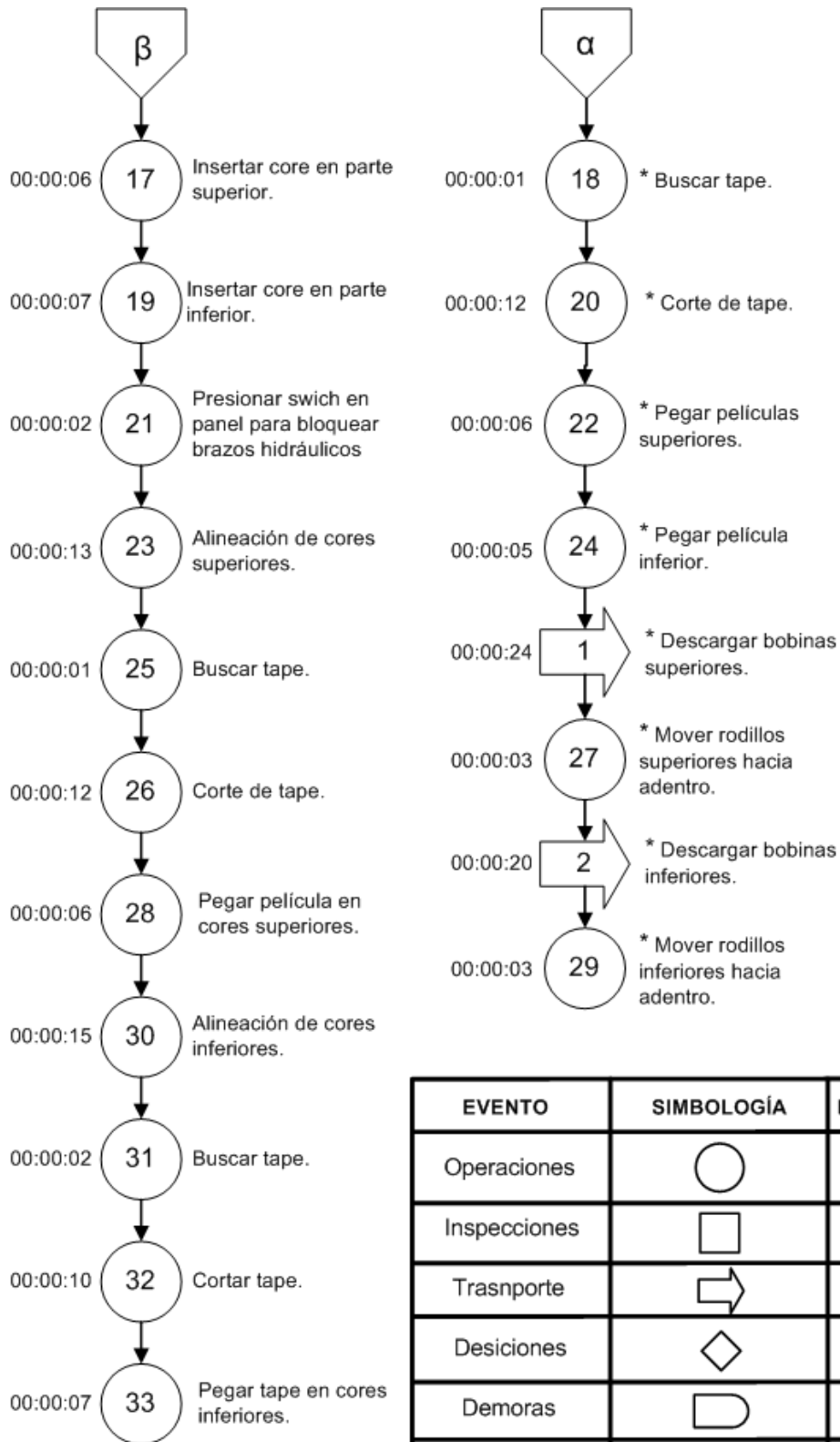
Diagrama 7: DOP actual de Bajada para SLT-04.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Bajada (SLT 04)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

Proceso de Bajada de bobina hija



Continuación Diagrama 7: DOP actual de Bajada para SLT-04



REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

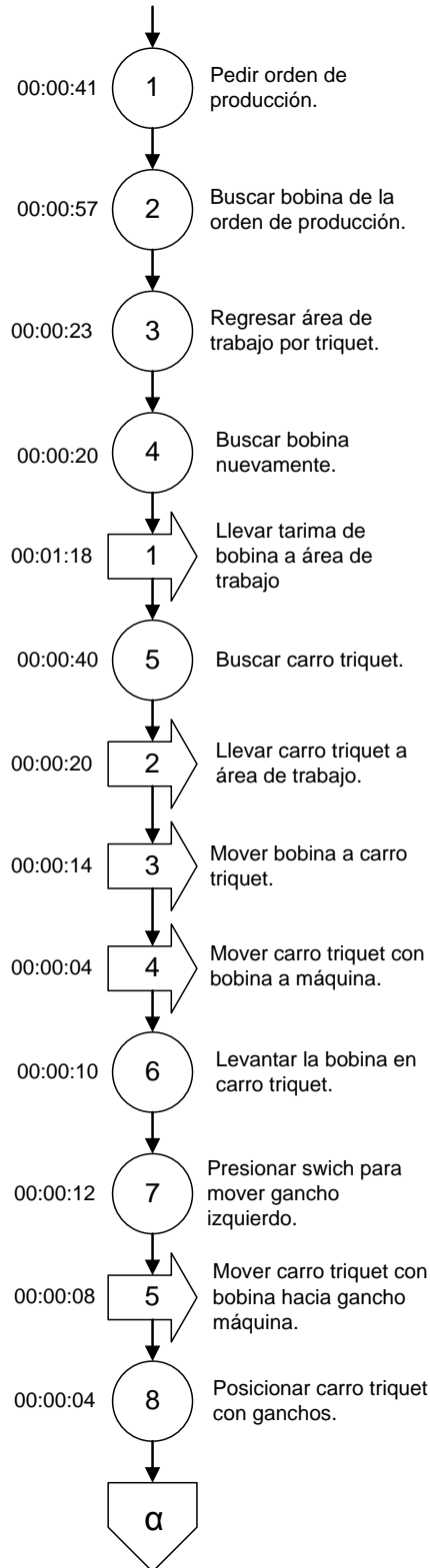
EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	33	00:02:48
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	2	00:00:44
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	◐	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		35	00:03:32

b. Actividad de Ajuste de bobina madre SLT-04

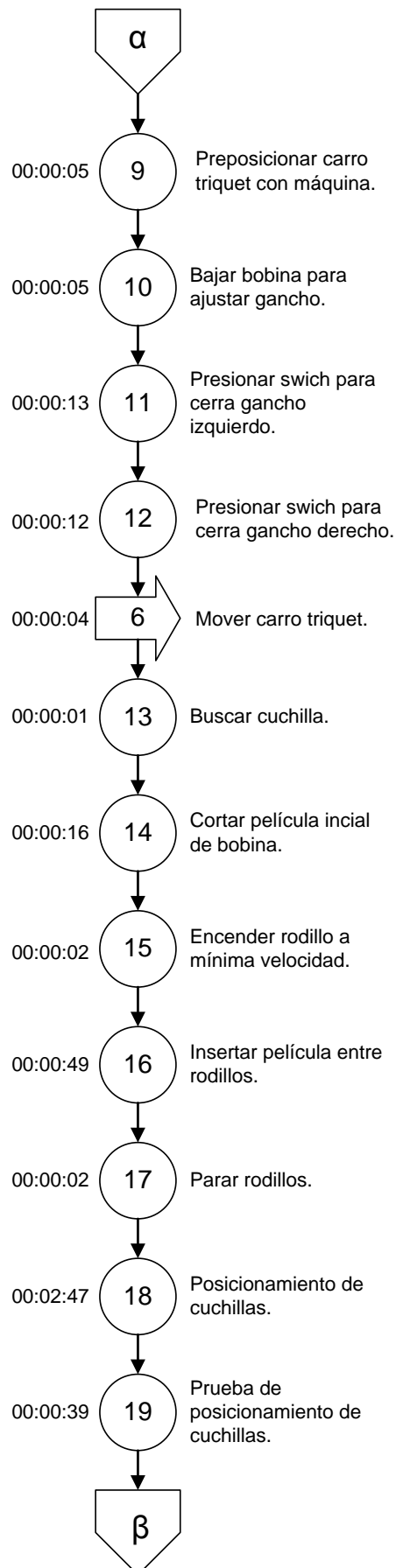
Diagrama 8: DOP actual de Ajuste para SLT-04.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Ajuste (SLT 04)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde emisión de orden de producción hasta arranque.

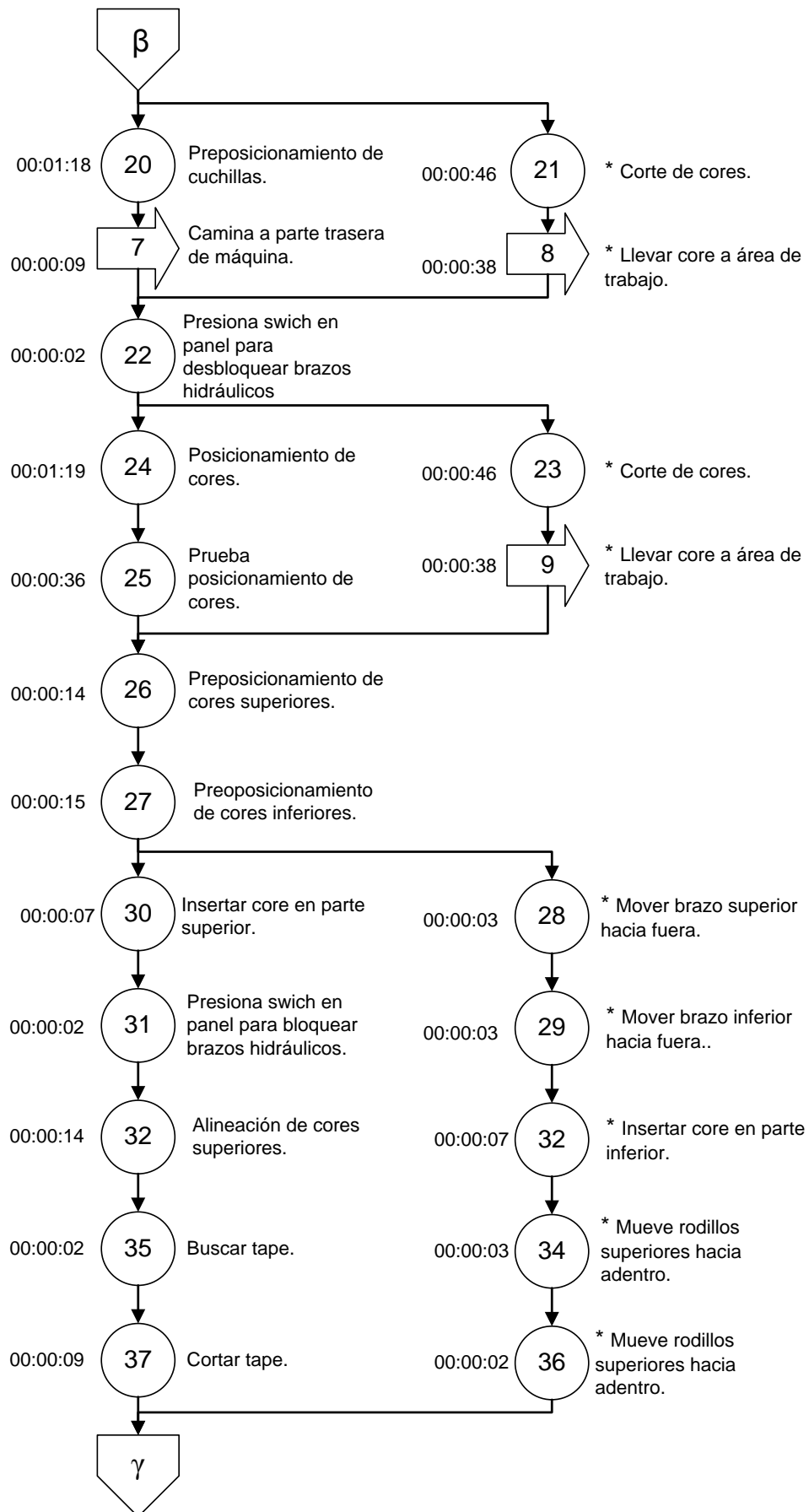
Proceso de Ajuste inicial de bobina madre



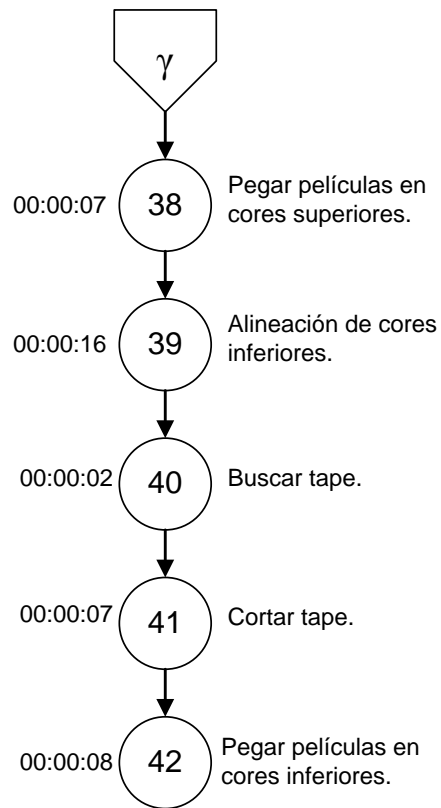
Continuación Diagrama 8: DOP actual de Ajuste para SLT-04



Continuación Diagrama 8: DOP actual de Ajuste para SLT-04



Continuación Diagrama 8: DOP actual de Ajuste para SLT-04



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	42	00:16:27
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	9	00:03:48
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		51	00:20:15

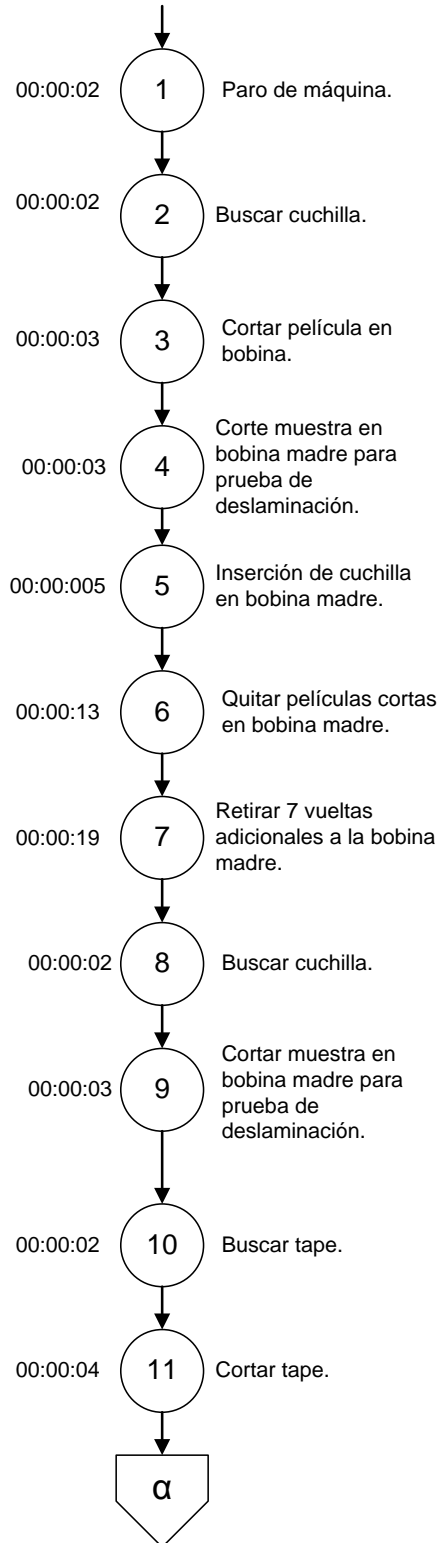
REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

c. Actividad de Defectos por deslaminación SLT-04

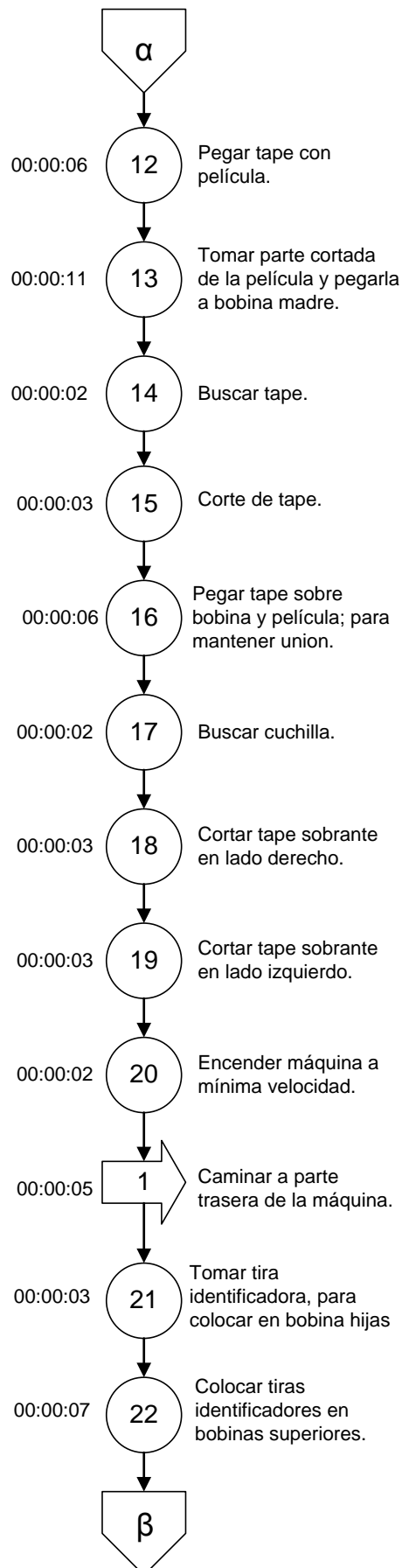
Diagrama 9: DOP actual de Defecto por deslaminación para SLT-04.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Defecto por deslaminación (SLT 04)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

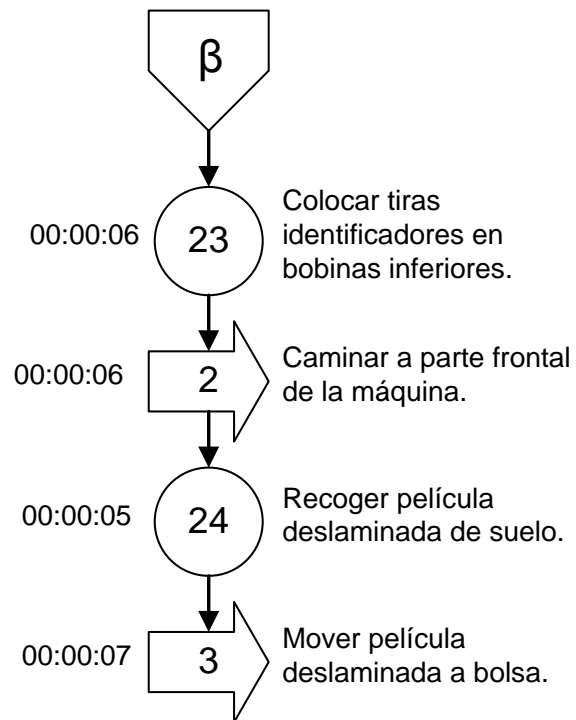
Proceso de Defecto por delaminación



Continuación Diagrama 9: DOP actual de Defecto por deslaminación para SLT-04



Continuación Diagrama 9: DOP actual de Defecto por deslaminación para SLT-04



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	24	00:01:57
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	3	00:00:18
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	◐	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		27	00:02:15

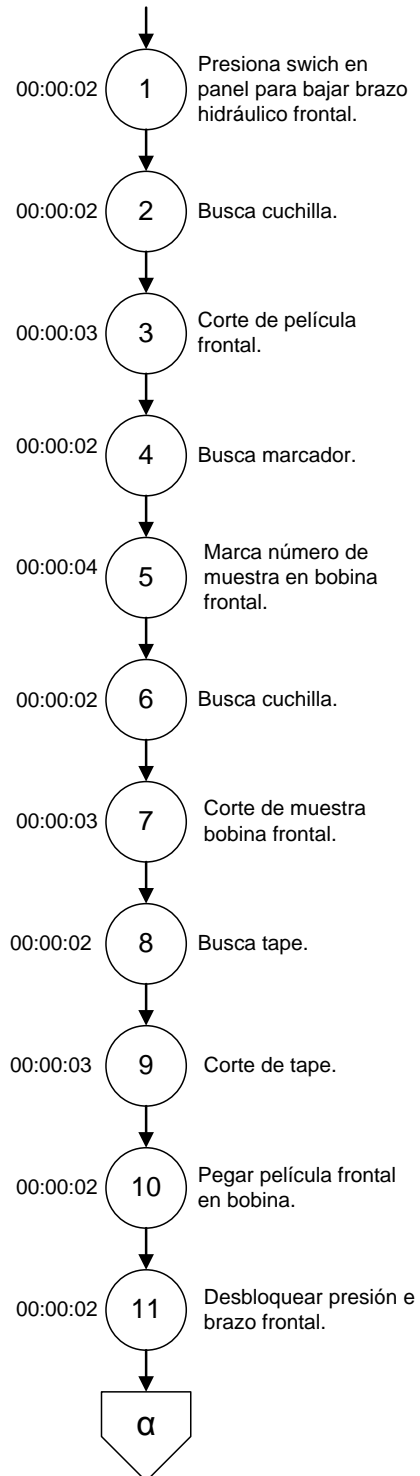
3. SLT-06 y 07

a. Actividad de Bajada de bobina hija SLT-06 y 07

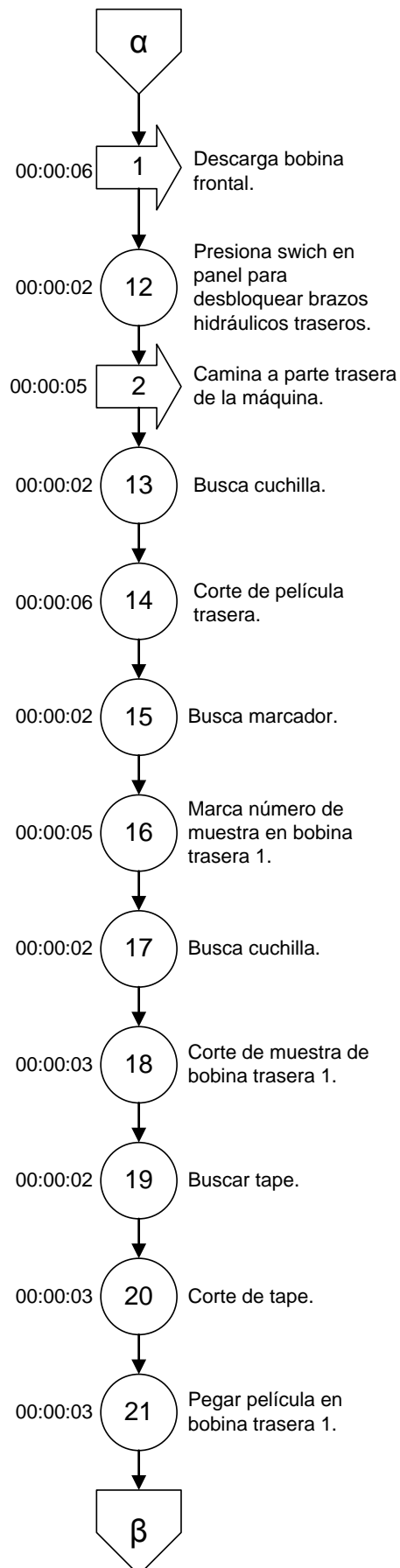
Diagrama 10: DOP actual de Bajada para SLT-06 y 07.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Bajada (SLT 06 y 07)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

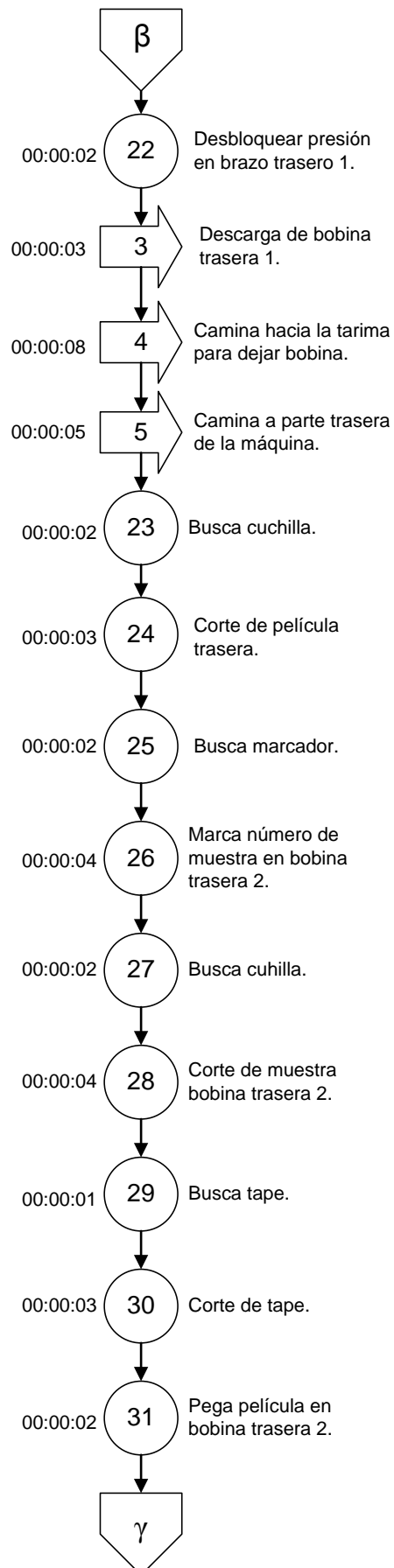
Proceso de Bajada de bobina hija



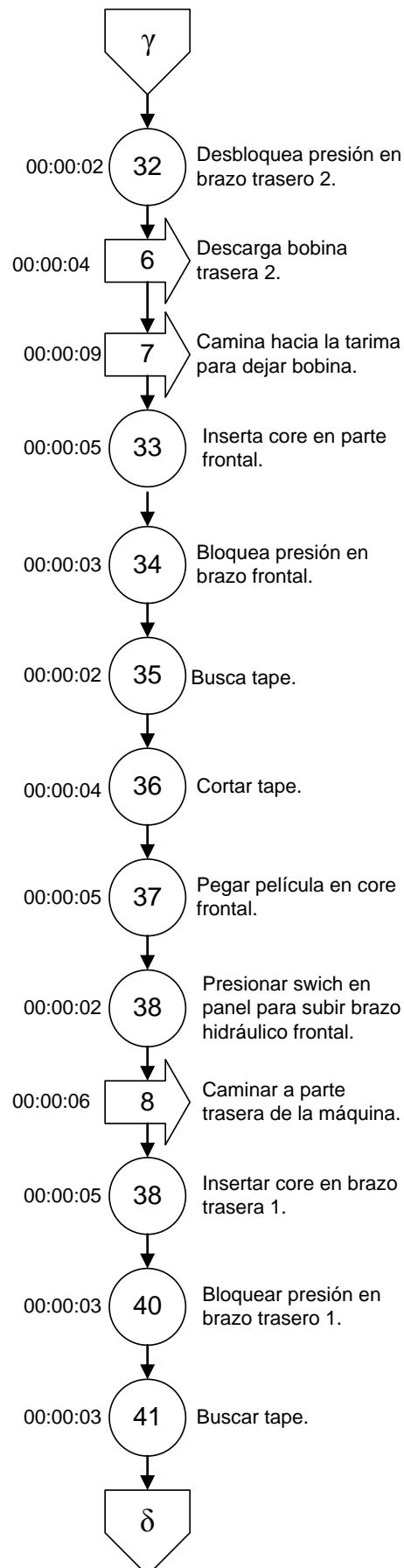
Continuación Diagrama 10: DOP actual de Bajada para SLT-06 y 07



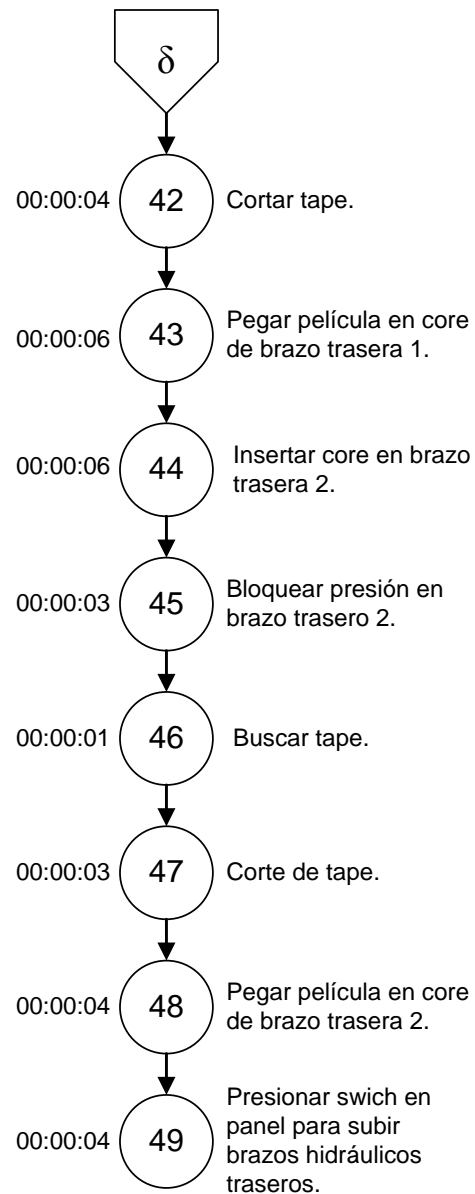
Continuación Diagrama 10: DOP actual de Bajada para SLT-06 y 07



Continuación Diagrama 10: DOP actual de Bajada para SLT-06 y 07



Continuación Diagrama 10: DOP actual de Bajada para SLT-06 y 07

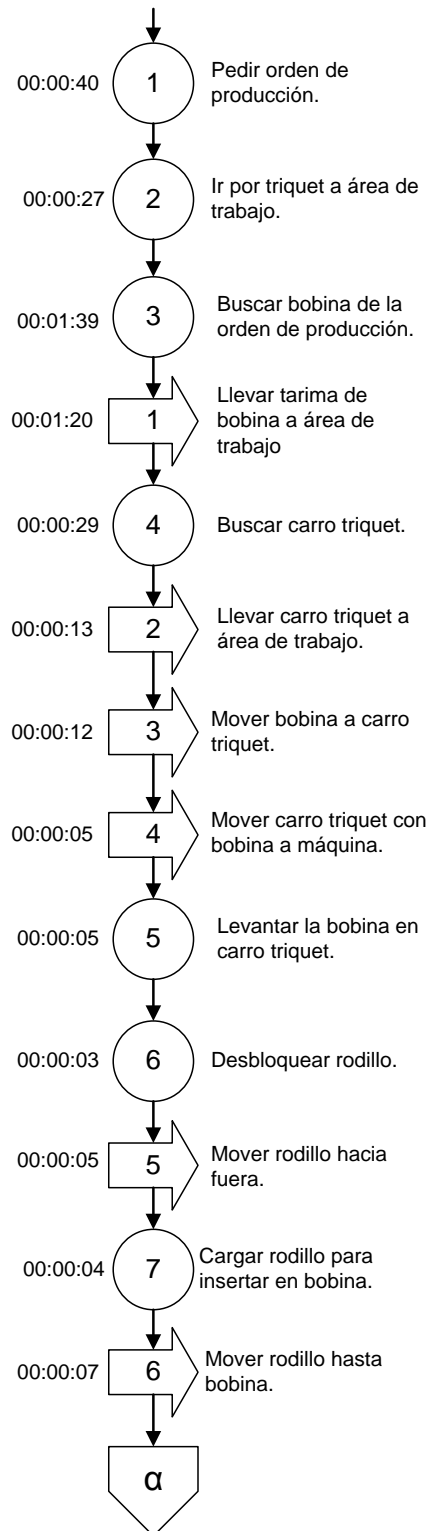


EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	49	00:02:27
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	⇒	8	00:00:46
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	␣	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		57	00:03:13

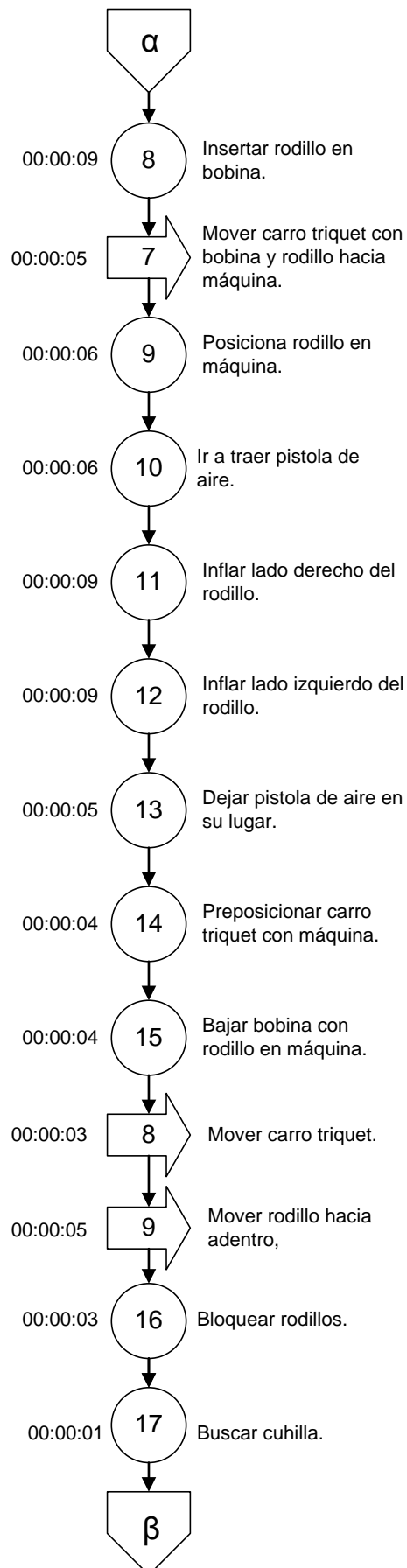
b. Actividad de Ajuste de bobina madre SLT-06 y 07

Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07.

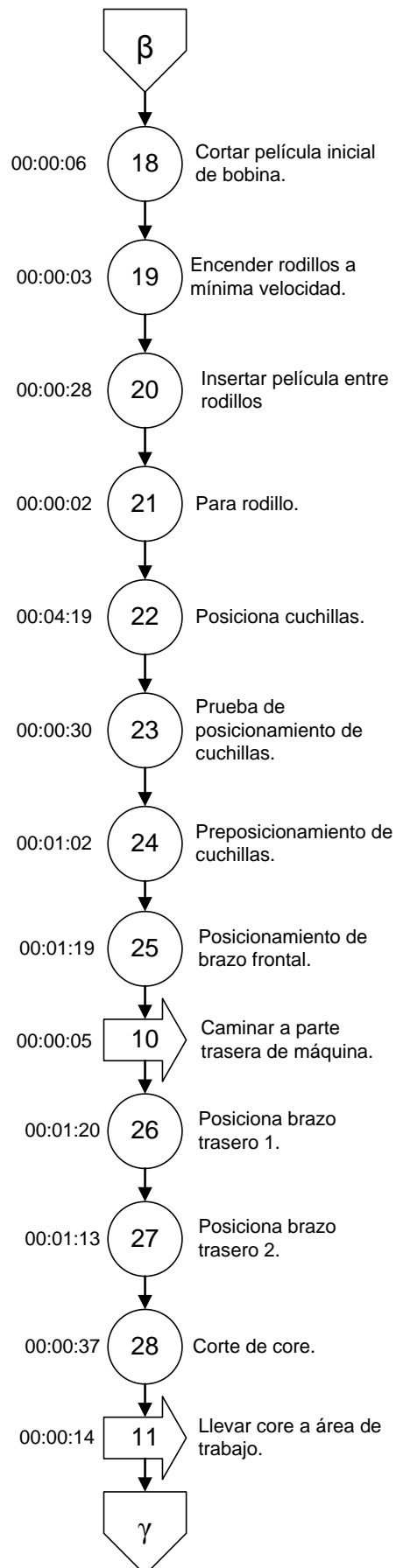
DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Ajuste (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde emisión de orden de producción hasta arranque.

Proceso de Ajuste inicial de bobina madre

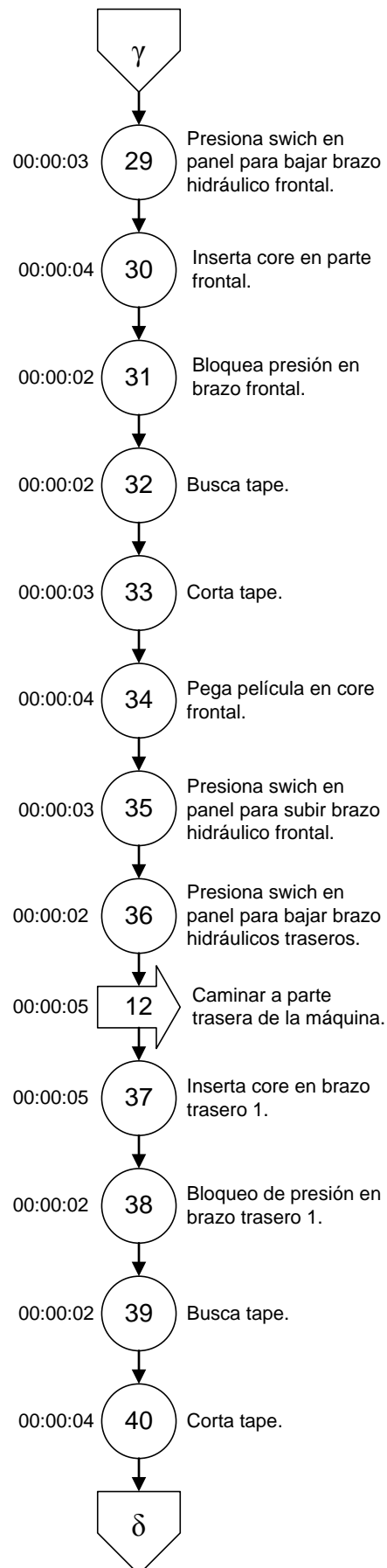
Continuación Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07



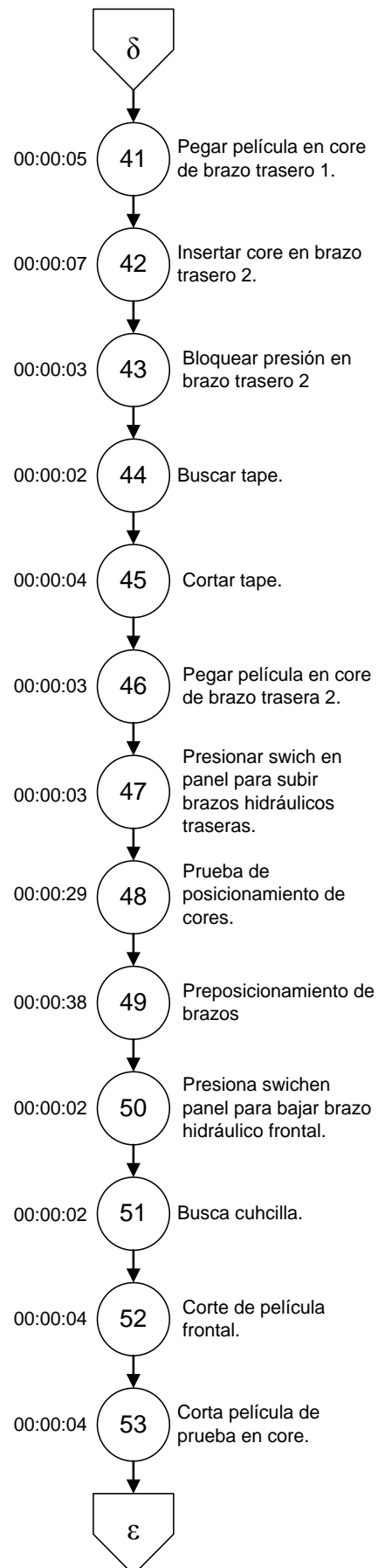
Continuación Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07



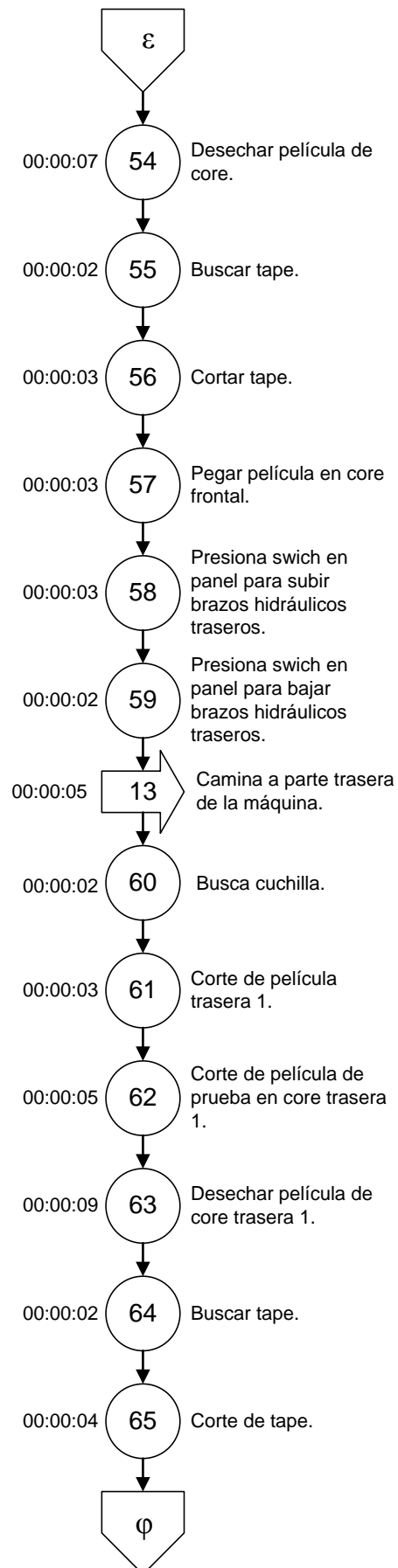
Continuación Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07



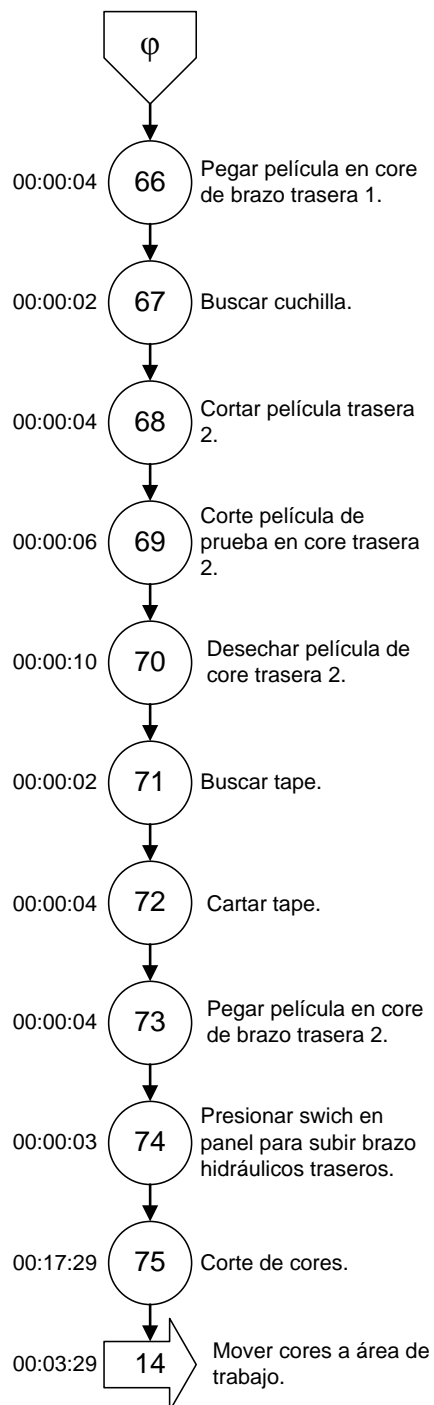
Continuación Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07



Continuación Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07



Continuación Diagrama 11: DOP actual de Ajuste para SLT-06 y 07



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	75	00:36:37
Inspecciones	□	0	00:00:00
Trasnporte	➡	14	00:06:14
Desiciones	◇	0	00:00:00
Demoras	◐	0	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00
Total		89	00:42:51

VIII. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

A. SLT-02 Y 05

1. Problema # 1

Problema

La SLT-02 y 05 emplean de forma inadecuada la actividad bajada de bobina o descarga de bobina hija.

Descripción del problema

Este es una actividad esencial dentro del proceso de Slitter, esta actividad es la encargada de realizar los cambio de bobinas hijas una vez estas completen con la cantidad desea y requerida por bobina. Una vez que la bobina cumpla con el metraje y pesaje requerido, el operario y auxiliar deben realizar los cambio que correspondan de descarga las bobinas terminadas e insertar los nuevos cores. Y para llevar acabo dicha actividad se determinó que no se aprovecha de la mejor manera posible el uso de dos operarios por máquina, dado que el operario era quien realizaba la mayoría de las tareas de dicha actividad y el auxiliar poseía grandes cantidades de tiempo ocioso. Por lo que esto alarga el tiempo requerido para realizar las bajadas.

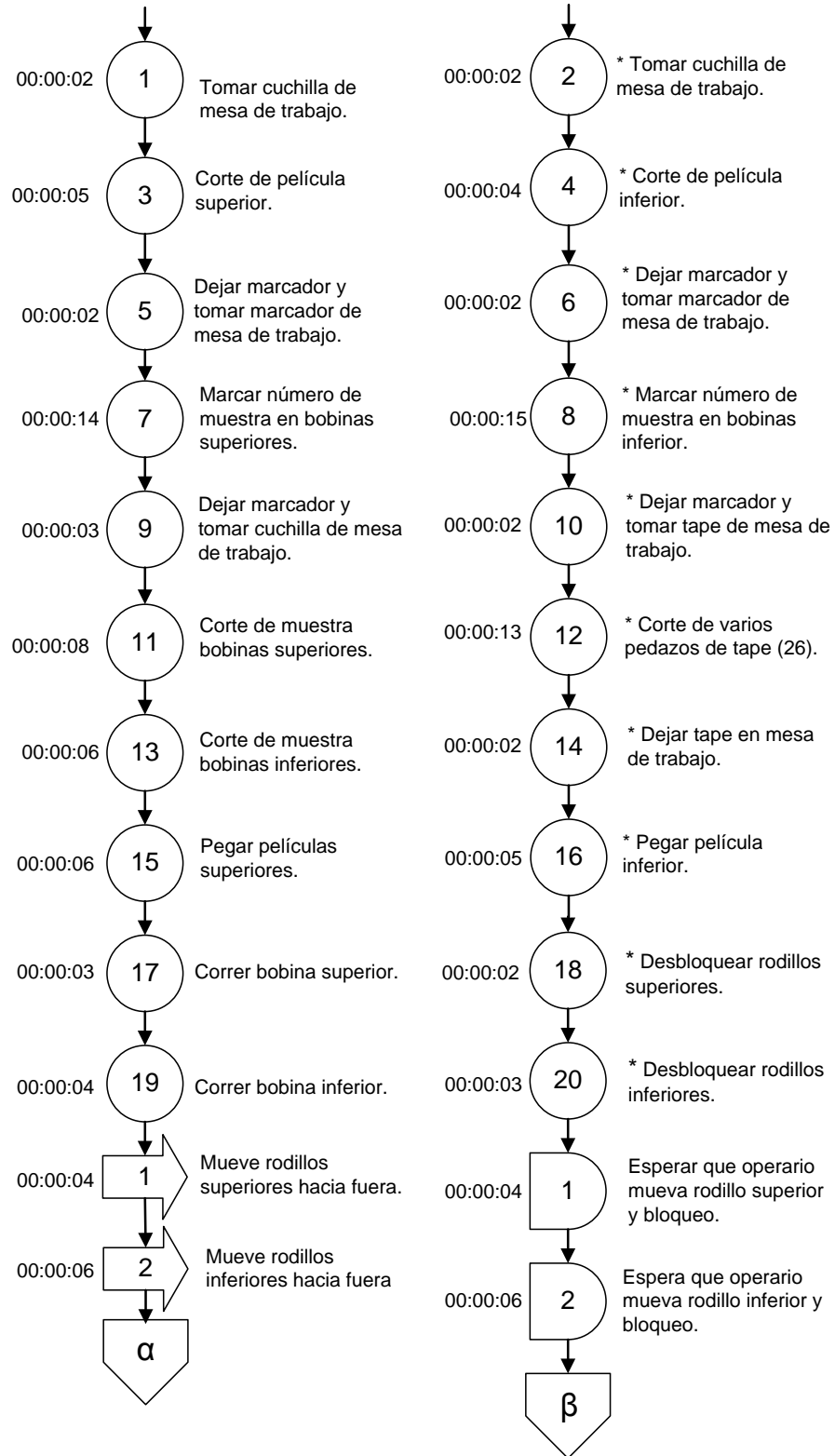
Solución

Para solucionar este problema, se recomienda utilizar y separa las tareas adecuadamente, determinando las tareas que se deben realizar en paralelo entre el operario y auxiliar. Lo cual nos permitirá acortara el tiempo requerido para realizar las bajas. Para ello se puede observar en el diagrama que se muestra a continuación la nueva distribución de tareas entre operario y auxiliar para dicha actividad. (Diagrama 12).

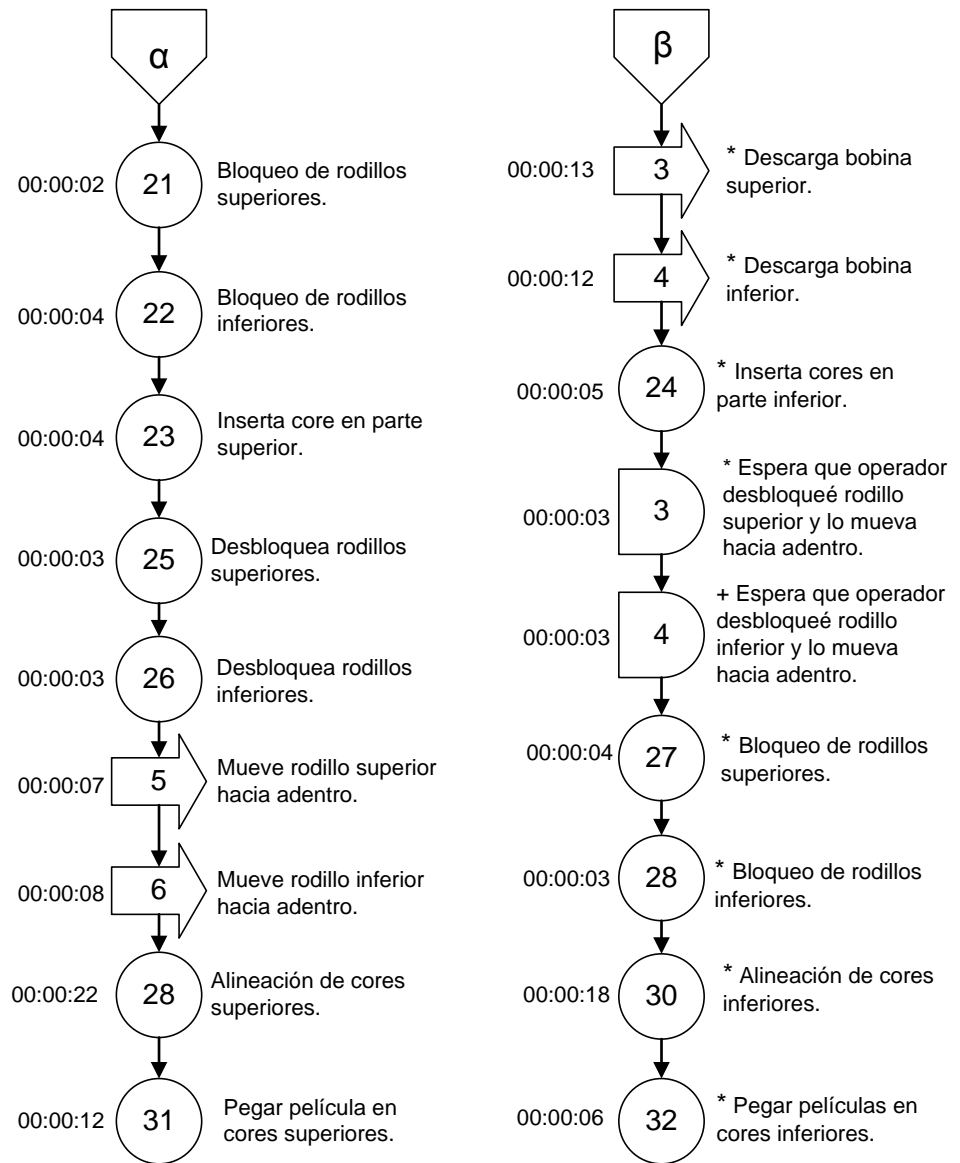
Diagrama 12: DOP mejorado de Bajada para SLT-02 y 05.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Bajada (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

Proceso mejorado de Bajada de bobina hija



Continuación Diagrama 12: DOP mejorado de Bajada para SLT-02 y 05



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	32	00:01:43	00:01:10
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	⇨	6	00:00:25	00:00:25
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	▭	4	00:00:00	00:00:16
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		38	00:02:08	00:01:51

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

El costo de la solucionar este problemas no es relevante ya que el operario y el auxiliar se distribuyen las cargas de trabajo, evitando que uno de los dos tenga un tiempo ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo.

2. Problemas # 2

Problema

Se pierde bastante tiempo en el ajuste de la máquina.

Descripción del problema

Antes de arrancar la máquina, el operario necesita realizar los ajustes necesarios al equipo para poder producir las órdenes de producción. Las cuales requieren de mucho tiempo. Este problema ocurre, porque el operador y auxiliar no se distribuyen adecuadamente las tareas de la actividad, provocando que se consuma tiempo adicional para lograr el ajuste.

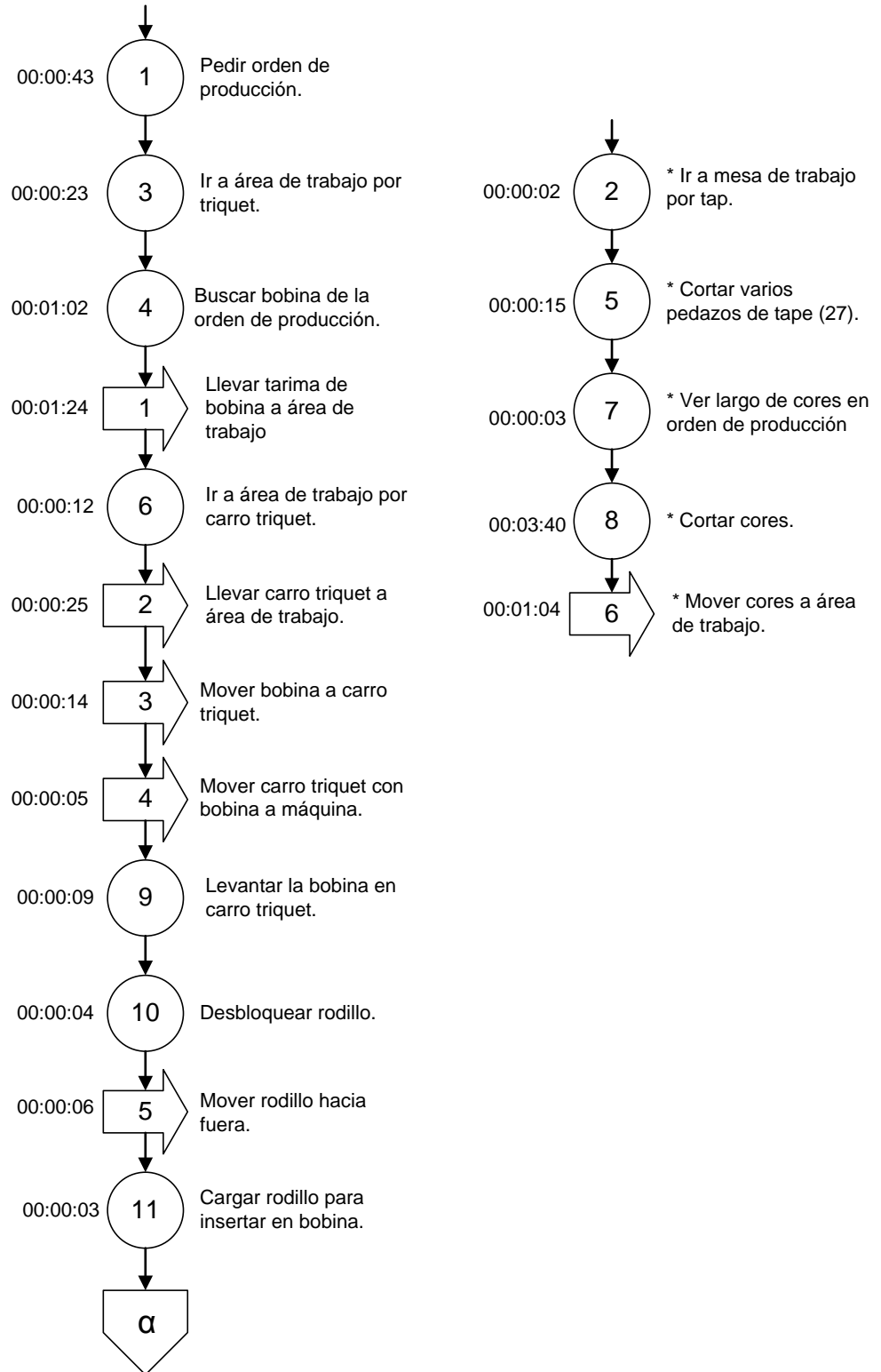
Solución

Para solucionar este problema, se tiene la posibilidad de mejora las tareas, eliminando todo movimiento o tarea repetida dentro del proceso de trabajo. De esta manera en lugar de tener una lista de tareas repetitivas, se tiene una lista corta y eficiente, con poco tiempo ocioso aprovechando al máximo el tiempo de producción. Para ello se puede observar en el diagrama siguiente (Diagrama 13) las tareas más eficientes para llevar a cabo esta actividad.

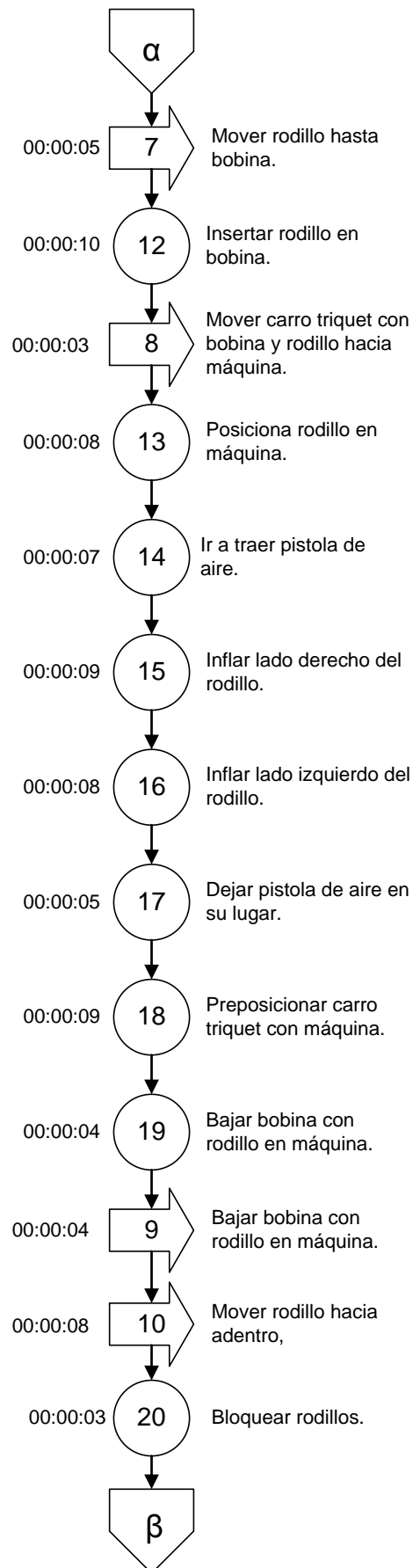
Diagrama 13: DOP mejorado de Ajuste para SLT-02 y 05.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Ajuste (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde emisión de orden de producción hasta arranque.

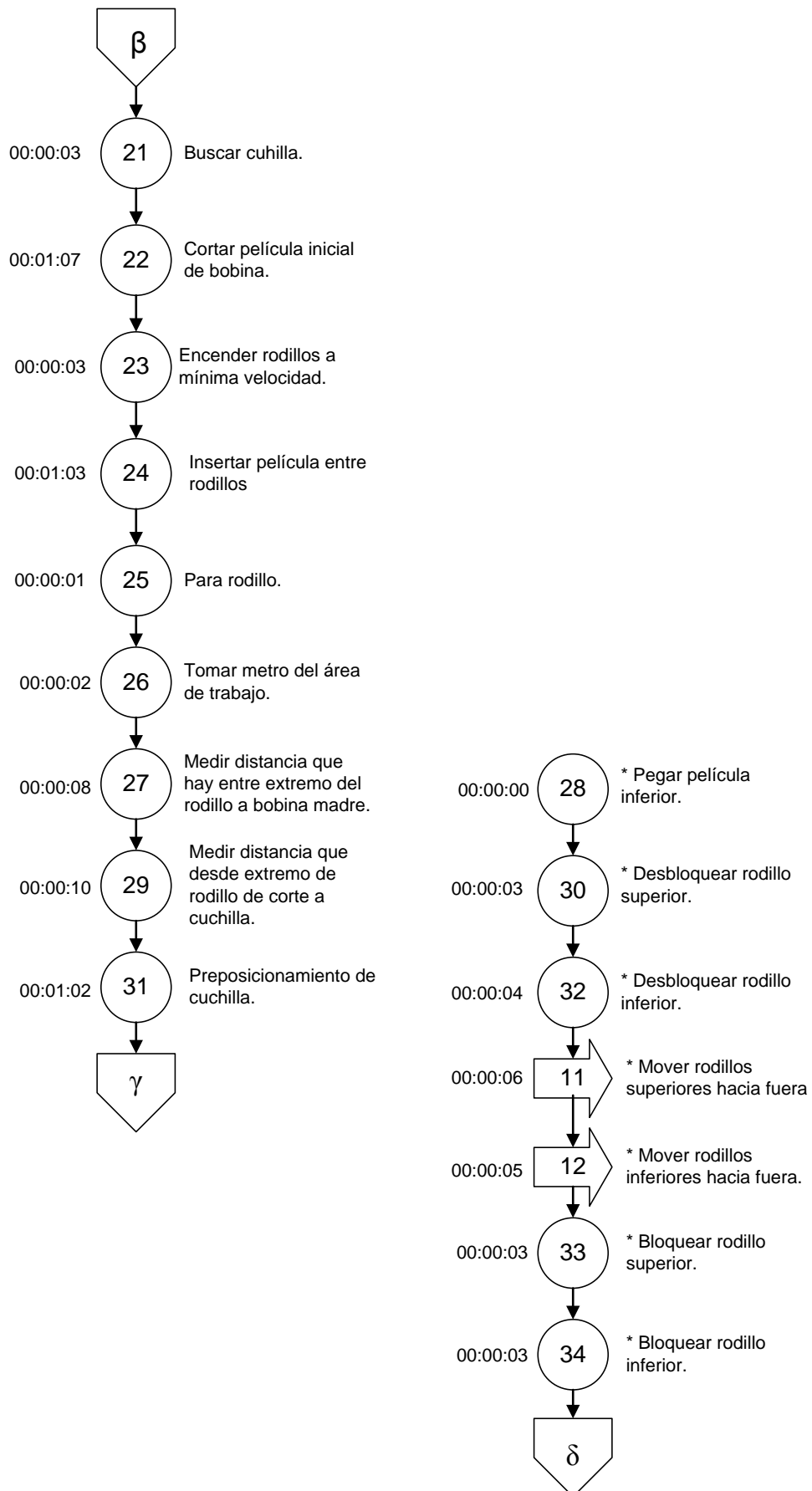
Proceso mejorado de Ajuste inicial de bobina madre



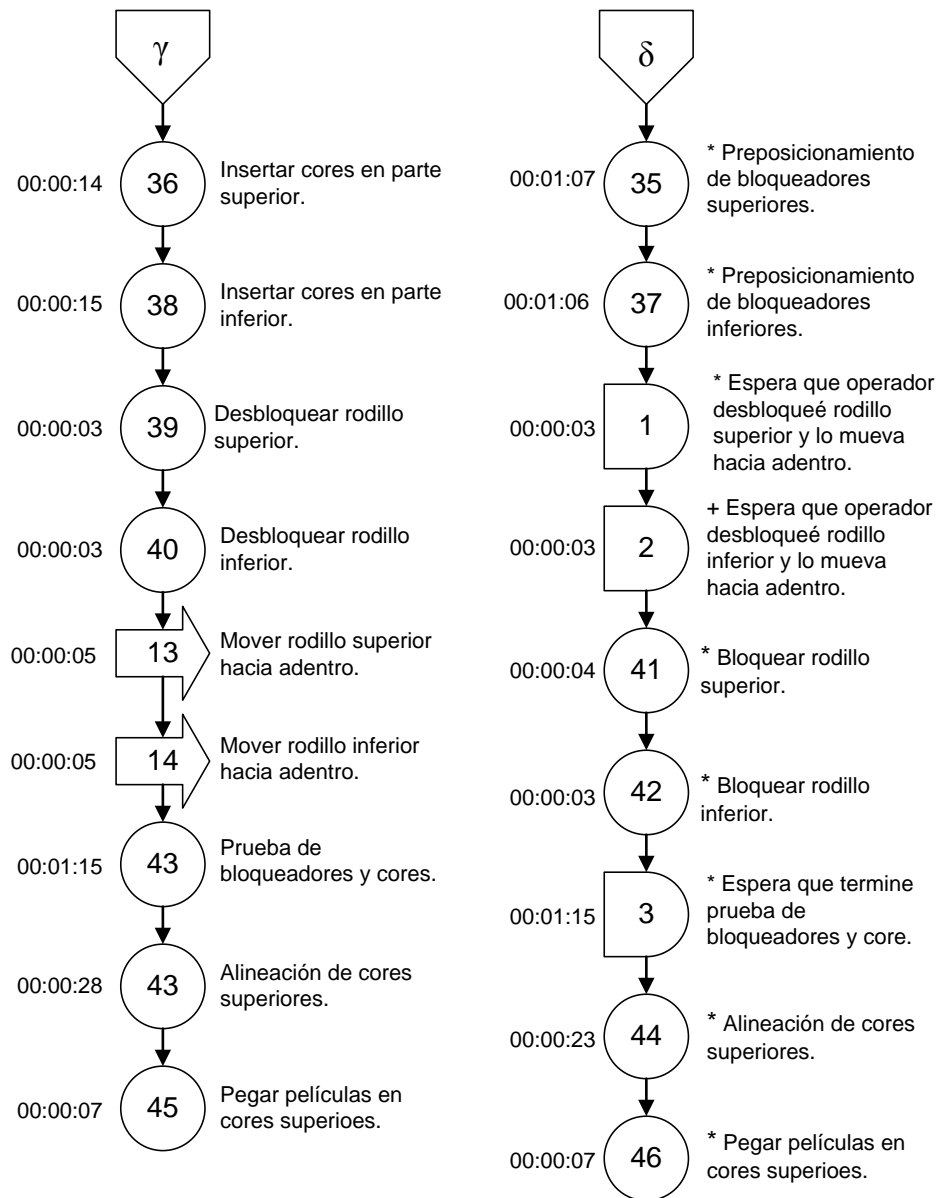
Continuación Diagrama 13: DOP mejorado de Ajuste para SLT-02 y 05



Continuación Diagrama 13: DOP mejorado de Ajuste para SLT-02 y 05



Continuación Diagrama 13: DOP mejorado de Ajuste para SLT-02 y 05



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	46	00:09:34	00:07:6
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	14	00:02:44	00:01:15
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	▭	3	00:00:00	00:01:21
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		63	00:12:18	00:08:21

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

El costo de la solucionar este problemas no es relevante, ya que la mejor solución es distribuir las cargas de trabajo entre el auxiliar y operario, evitando que ambos operarios tenga tiempos de ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo.

3. Problemas # 3

Problema

El producto en materia de bobina madre viene arrugado.

Descripción del problema

Esto se puede deber a dos opciones. La primera, que se debe al proveedor del material, quien entrega producto defectuoso, el cual no puede ser retiro en ninguno de los dos procesos anteriores de Slitter. Y la segunda opción se debe a que en el proceso de laminación o impresión, no se le dio la tensión requerida al material por lo que este al ser enrollado en la bobina y ser tensado nuevamente el material se arruga.

Solución

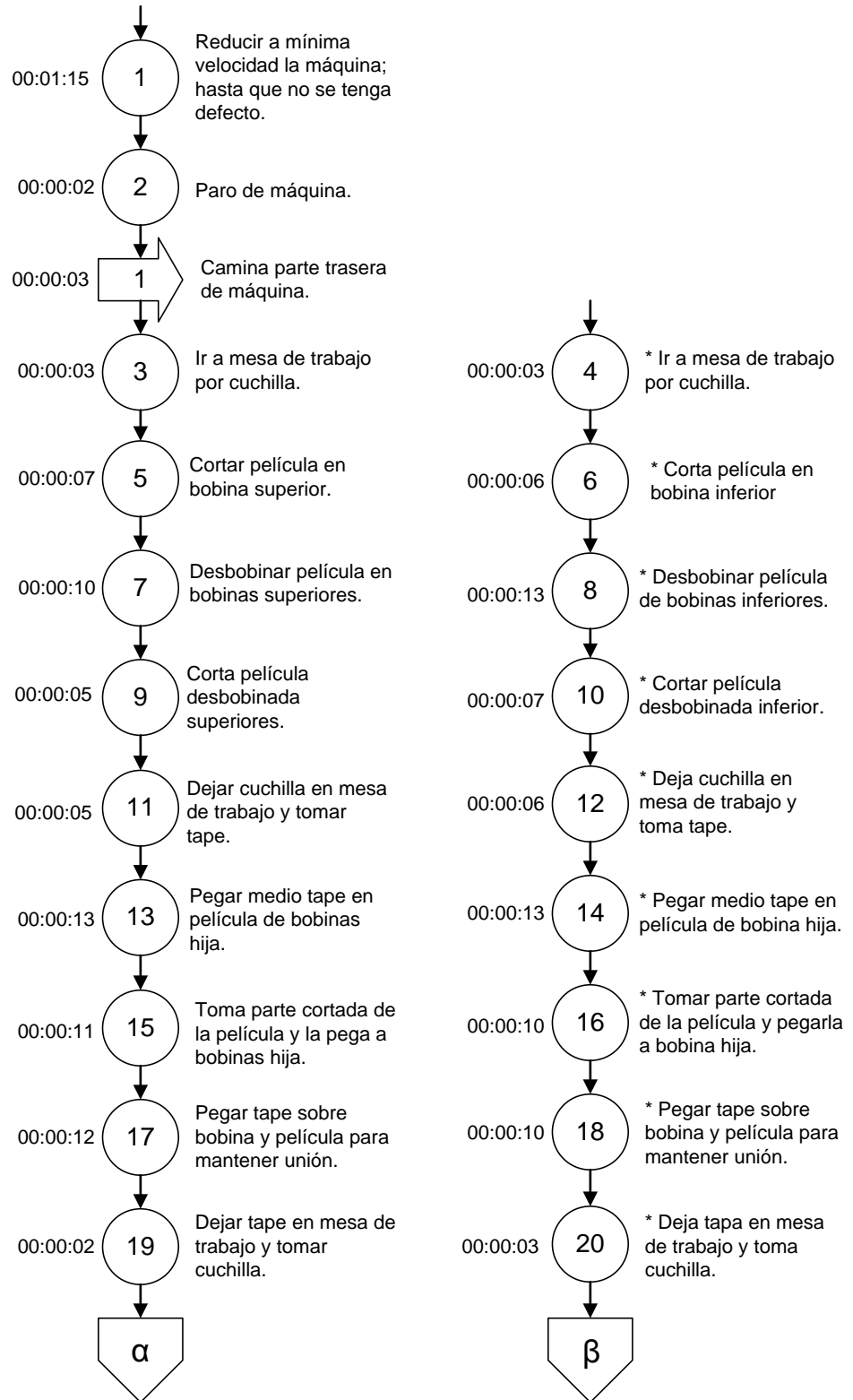
La solución a este problema, es revisar periódicamente la tensión que recibe el material en el proceso de laminación, lo cual ayudaría a reducir la aparición de estos defectos. Al mismo tiempo, la solución para los productos provenientes de proveedores es tener una tolerancia máxima de defectos que puede traer dicha bobina, mediante un check list que se haga al producto antes de entrar a la bodega, lo cual también ayudará a reducir este defecto.

Para solucionar el problema en el área de Slitter, se debe distribuir las cargas de la tarea entre el auxiliar y operario para lograr minimizar el tiempo que se tarda realizar dicha actividad, ya que esto representa tiempo muerto perdido, el cual se debe reducir al mínimo posible aprovechar mejor el tiempo productivo. La nueva distribución de tareas para esta actividad se pede ver a continuación (Diagrama 14).

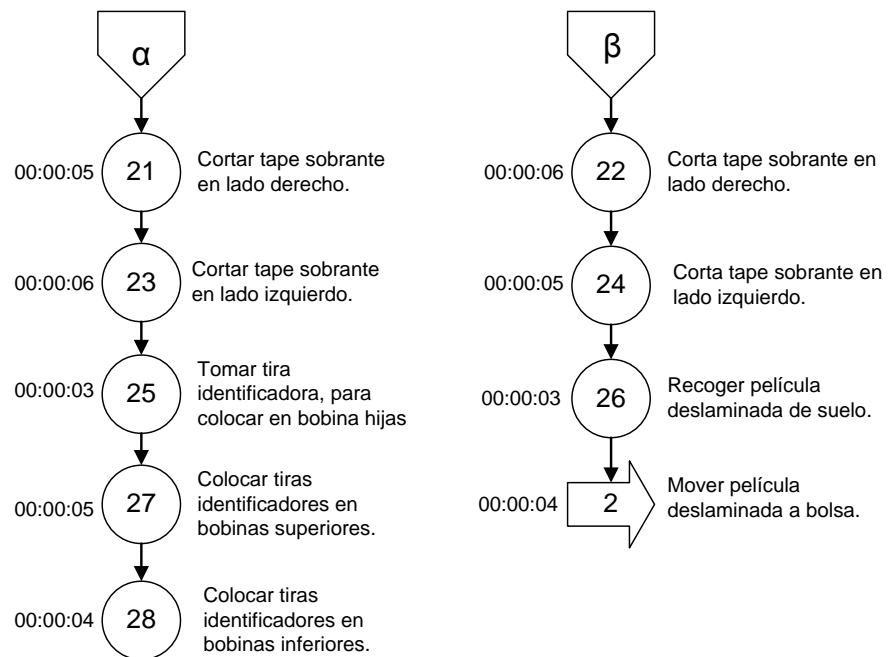
Diagrama 14: DOP mejorado de Otros defectos para SLT-02 y 05.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Otros defectos (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde para de máquina hasta arranque.

Proceso mejorado de Otros defectos



Continuación Diagrama 14: DOP mejorado de Otros defectos para SLT-02 y 05



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	28	00:01:34	00:01:25
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	2	00:00:03	00:00:04
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		30	00:01:37	00:01:29

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

No se incurrirá en ningún costo adicional dado que para este problema el costo no es relevante, ya que se debe realizar una distribución de las cargas de trabajo entre el auxiliar y operario, evitando que ambos operarios tenga tiempos de ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo.

- Ahorro obtenido únicamente por mejoras en SLT-02 y 05. Luego de haber propuesto dichas soluciones y mejoras en los tiempos de ajuste, bajas y otros defectos, se pudo realizar una mejora en la reducción de tiempo para el proceso general de Slitter-02 y 05. Como se puede observar en el Diagrama 15, las operaciones 4, 5 y 7 representan las actividades de ajuste, otros defectos y bajadas, respectivamente.

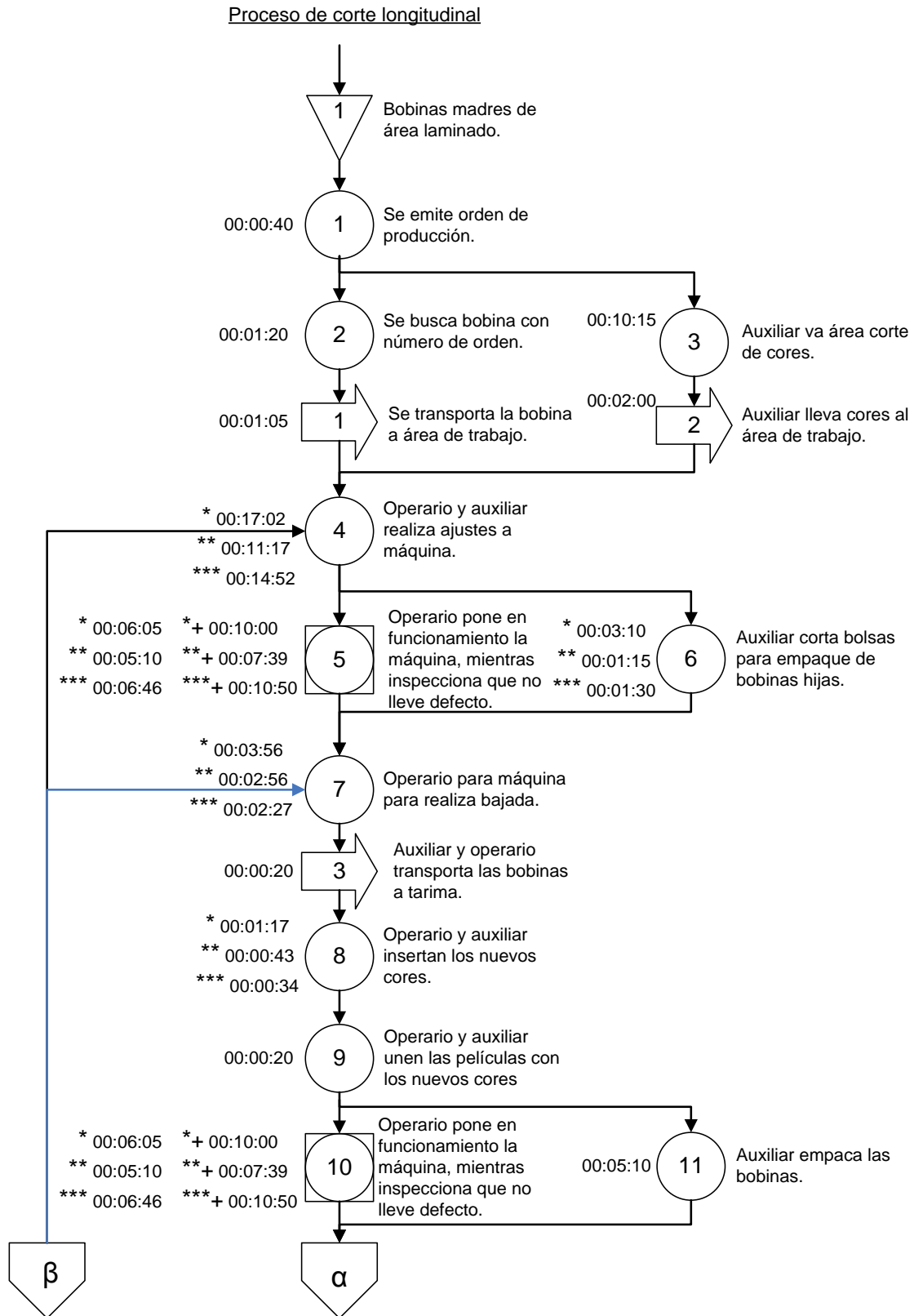
En donde se aprecia la reducción de tiempo para la operación 4 (ajuste de bobina madre) de 33min:27s a 17min:02s, para llegar a dicha reducción de tiempo, las actividades que fueron modificaron las cuales representaban grandes pérdidas de tiempo fue la tarea de regresar al área de trabajo por el triquet luego de haber buscado la bobina y se elimina la tarea de buscar nuevamente la bobina. Como se puede apreciar en el Diagrama 5 la operación 3 y 4 respectivamente. Al mismo tiempo se cambian las actividades de ajuste de bloqueadores hasta arranque de máquina; desde la operación 26 hasta operación 49 en el Diagrama 5, para trabajar en paralelo durante el ajuste de las cuchillas.

Para la operación 5 (otros defectos) la reducción de tiempo fue de 10min:44s a 10min, para ello las tareas que representaban mayor tiempo perdido era la tarea de cortar el tape, el cual se realizaba repetidas veces y se redujo a realizar esta tarea una solo vez. Y de la operación 1 hasta la operación 18 del Diagrama 6, las cuales consistía en eliminar el defecto en la bobina madre.

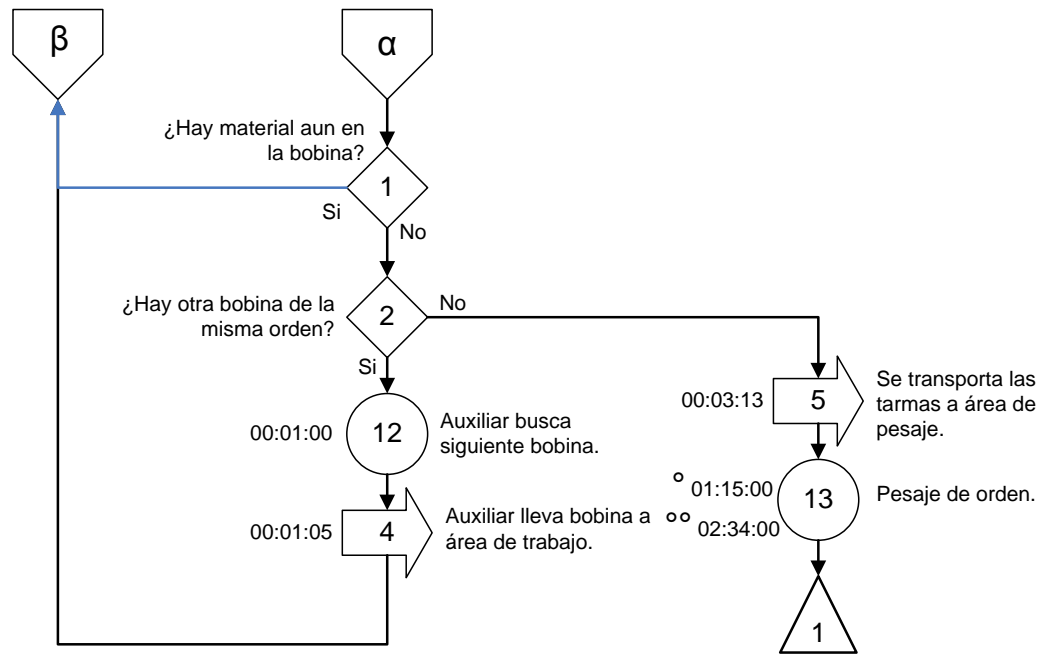
Y para la operación 7 (bajada) la reducción de tiempo fue de 4min a 3min:56s, para reducir este tiempo se eliminaron las tarea repetitivas como la de cortar el tape la cual se realiza varias veces y se redujo a realizar la tarea una sola vez.

Diagrama 15: DOP general mejorado para SLT-02 y 05

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Proceso mejorado de Slitter (SLT 02, 04, 05, 06 y 07)
Realizado por: Luis Pedro Jo 02/11/2013
Proceso Actual, desde la entrada de materia prima hasta el almacenaje del producto final en bodegas.



Continuación Diagrama 15: DOP general mejorado para SLT-02 y 05



EVENO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	13	02:11:20
Inspecciones	□	2	00:20:00
Trasnporte	➡	5	00:07:43
Desiciones	◇	2	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	1	00:00:00
Total		23	02:39:03

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Para SLT-02 y 05, tiempo normal
* +	Para SLT-02 y 05, tiempo con defecto
**	Para SLT-04, tiempo normal
** +	Para SLT-04, tiempo con defecto
***	Para SLT-06 y 07, tiempo normal
*** +	Para SLT-06 y 07, tiempo con defecto
○	Pesaje con dos operadores
○○	Pesaje con un operadores

El tiempo logrado a reducir fue de 19 minutos y 20 segundos, este valor representado en dinero es lo que nos indica si dicha reducción ayuda a la empresa a ganar mayor utilidades y ser más competitivos.

Por lo tanto, se obtuvo el costo promedio y la demanda que se tiene para la Slitter-02 y 05 los cuales se obtuvieron de documentos por parte de la empresa como el documento de capacidades de planta 2013 y costo planta producción. Y el ahorro que se obtiene al implementar dichas propuestas para la SLT-02 y 05 son:

Para determinar el tiempo de días y mese laborales se realizaron los siguientes supuestos en base a como labora la empresa:

365	DIAS AL AÑO
89.83	DIAS DE PARO
<hr/>	
2	DIAS DE NAVIDAD
1.5	DIAS DE AÑO NUEVO
4	DIAS DE SEMANA SANTA
1	DIA DE NOVIEMBRE
12	DIAS DE MANTENIMIENTO (24 HRS MENSUAL/MAQ)
69.33	DIAS DE DESCANSO FIN DE SEMANA
275.17	DIAS DE TRABAJO SIN PARO AL AÑO
<hr/>	
22.93	DIAS PROMEDIO MENSUAL DE TRABAJO

12	HORAS TRABAJADAS POR TURNO
1.5	HORAS DE DESCANSO
<hr/>	
0.5	HORAS DE REFACCIÓN
1	HORA DE ALMUERZO
10.5	HORAS DE TRABAJO SIN PARO AL AÑO
2.00	NUMERO DE TURNOS POR DÍA
<hr/>	
21	HORAS PROMEDIO DIARIA DE TRABAJO

Tabla 11: Tabla datos generales del proceso SLT-02 y 05

No. operarios actual	2	No. operario propuestos	2
Tiempo operación actual	02:58:23	Tiempo operación propuesta	02:39:03
Demanda mensual	70,088 kg		
Cambios realizados por mes	88 cambios		
Costo promedio por trimestre por kilogramo	Q. 0.86		
1 trimestre	3 meses		
Días laborales por mes	22.93 días		
horas laboradas por día	21 Horas		

El valor de Q0.86 por kilogramo, es un dato obtenido de los archivos de costo de planta producción de la empresa.¹ En el cual la empresa no detalla con mayor información. El valor está compuesto por los costos de operario, costos de materia prima y costos indirectos por fabricación.

Para lograr obtener el ahorro, se prosiguió a calcular el tiempo takt cambio para el proceso actual y procesos puesto. Seguido se obtuvo el costo perdido por operación para ambos casos, por último se consiguió el porcentaje de ahorro respecto al costo actual. Las ecuaciones a utilizar fueron:

¹ Referencia 10 en bibliografía.

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{\text{Tiempo operación}}{\text{Número de operadores}}$$

$$\text{Costo perdido} = \text{tiempo takt} \times \text{costo promedio} \times \text{demanda} \times \text{cambios realizados}$$

$$\text{Costo ahorrado} = \text{costo actual} - \text{costo propuesto}$$

$$\% \text{ ahorrado} = \frac{\text{costo ahorrado}}{\text{costo actual}} \times 100\%$$

Tabla 12: Costo ahorrado para SLT-02 y 05

Descripción	Actual	Propuesto
Tiempo Takt (min/cambio)	89.19	79.53
Costo perdido	Q5,458.05	Q4,866.50
Costo ahorrado por mes	Q591.55	
% ahorro	10.84%	

Como se pudo observar en la Tabla 12, se logró obtener un ahorro de Q591.55 equivalente a un 10.84% para la SLT-02 y 05 respecto al costo actual con la reducción en los tiempos muertos de bajada, ajuste y otros defectos. Si se llegarán a implementar las mejoras para la SLT-02 y 05, este ahorro se estará obtiene cada mes por máquina. Esto nos indica que al mes se estará teniendo un ahorro total aproximado de Q1,183.10 por la SLT-02 y 05.

B. SLT-04

1. Problema # 1

Problema

La SLT-04 emplea de forma inadecuada la actividad bajada de bobina o descarga de bobina hija.

Descripción del problema

Este es una actividad esencial dentro del proceso de Slitter, esta actividad es la encargada de realizar los cambio de bobinas hijas una vez estas completen con la cantidad desea y requerida por bobina. Una vez que la bobina cumpla con el metraje y pesaje

requerido, el operario y auxiliar deben realizar los cambio que correspondan de descarga las bobinas terminadas e insertar los nuevos cores. Y para llevar acabo dicha actividad se determinó que no se aprovecha de la mejor manera posible; siendo esta máquina una de las mejores dentro del área. El uso de dos operarios por máquina, es el número adecuado, pero dentro de la activada el operario era quien realizaba la mayoría de las tareas mientras el auxiliar poseía unas grandes cantidades de tiempo ocioso. Por lo que esto alarga el tiempo requerido para realizar las bajadas.

Solución

Para solucionar este problema, se recomienda utilizar y separa las tareas adecuadamente, determinando las tareas que se deben realizar en paralelos entre el operario y auxiliar. Lo cual nos permitirá acortara el tiempo requerido para realizar las bajas. Para ello se puede observar en el diagrama que se muestra a continuación la nueva distribución de tareas entre operario y auxiliar para dicha actividad.(Diagrama 16)

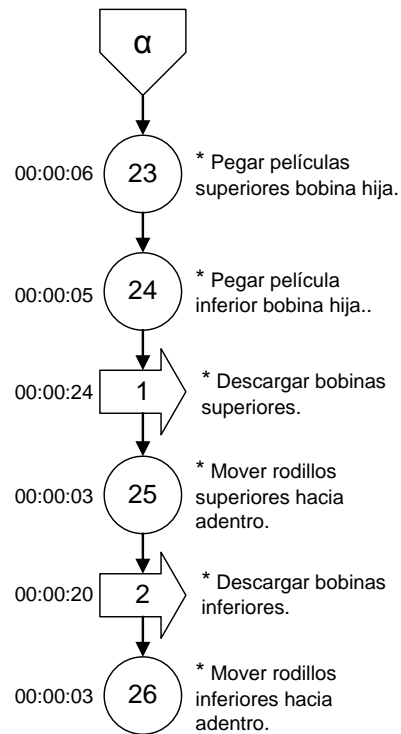
Diagrama 16: DOP mejorado de Bajada para SLT-04.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Bajada (SLT 04)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

Proceso mejorado de Bajada de bobina hija



Continuación Diagrama 16: DOP mejorado de Bajada para SLT-04



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	26	00:01:45	00:00:47
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	2	00:00:44	00:00:00
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	▭	0	00:00:00	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		30	00:02:09	00:00:47

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

No se incurrirá en ningún gasto dado que para este problema el costo no es relevante, ya que el operario y el auxiliar se deben distribuyen las cargas de trabajo, evitando que uno de los dos tenga un tiempo ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo.

2. Problemas # 2

Problema

Se pierde bastante tiempo en el ajuste de la máquina.

Descripción del problema

Antes de arrancar la máquina, el operario necesita realizar los ajustes necesarios al equipo para poder producir las órdenes de producción. Las cuales requieren de mucho tiempo. Este problema ocurre, porque el operador y auxiliar no se distribuyen adecuadamente las tareas de la actividad, provocando que se consuma tiempo adicional para lograr el ajuste.

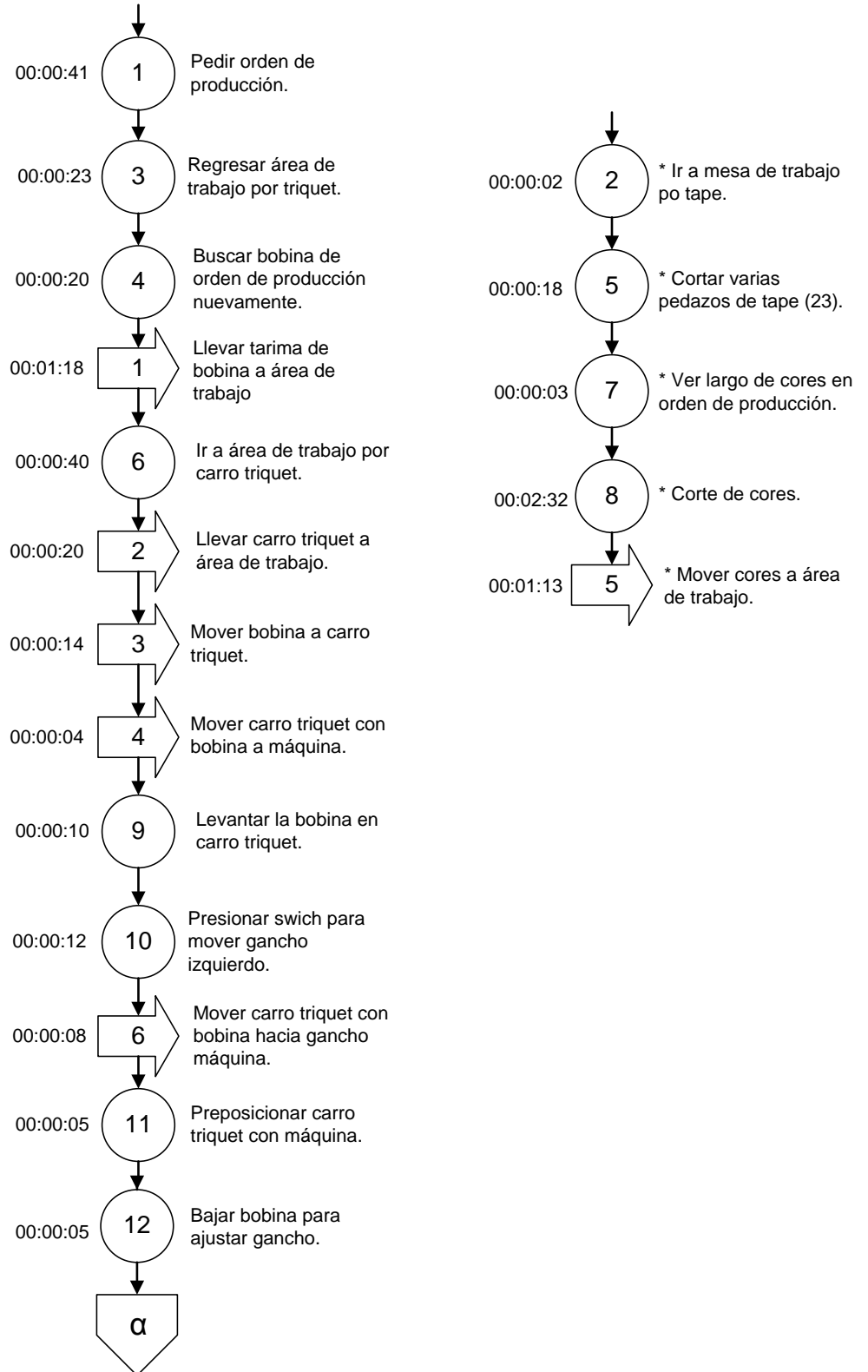
Solución

Para solucionar este problema, se tiene la posibilidad de mejorar las tareas, eliminando todo movimiento o tarea repetida dentro del proceso de trabajo. De esta manera en lugar de tener una lista de tareas repetitivas, se tiene una lista corta y eficiente, con poco tiempo ocioso aprovechando al máximo el tiempo de producción. Para ello se puede observar en el diagrama siguiente (Diagrama 17) las tareas más eficientes para llevar a cabo esta actividad.

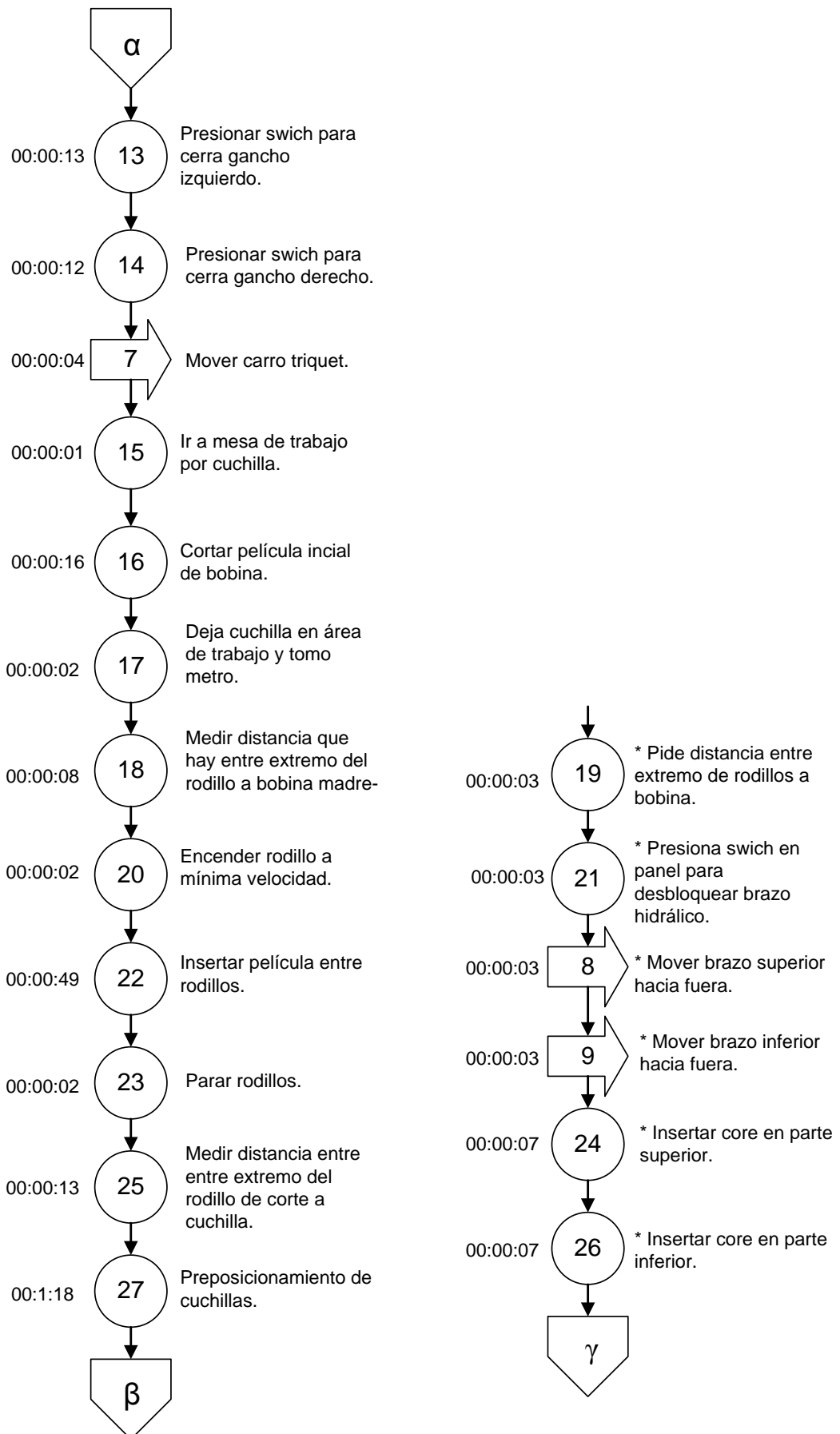
Diagrama 17: DOP mejorado de Ajuste para SLT-04.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Ajuste (SLT 04)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde emisión de orden de producción hasta arranque.

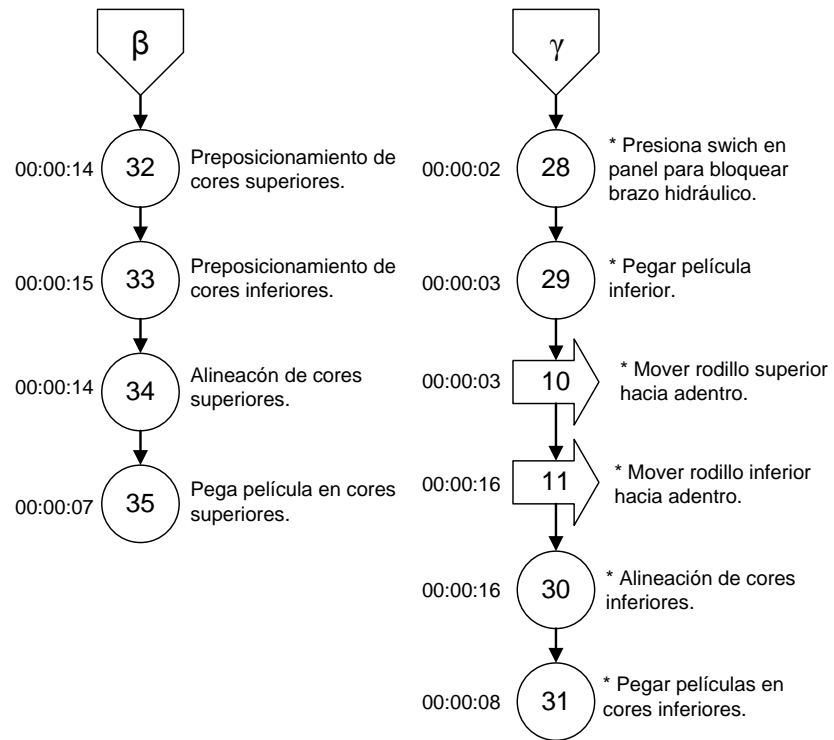
Proceso de Ajuste inicial de bobina madre



Continuación Diagrama 17: DOP mejorado de Ajuste para SLT-04



Continuación Diagrama 17: DOP mejorado de Ajuste para SLT-04



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	35	00:01:45	00:00:47
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	11	00:00:44	00:00:00
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	▭	0	00:00:00	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		30	00:09:03	00:05:05

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

El costo a este problema no es relevante, ya que la mejor solución es distribuir las cargas de trabajo entre el auxiliar y operario, evitando que ambos operarios tenga tiempos de ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo.

3. Problemas # 3

Problema

Productos deslaminados al momento de ser cortados longitudinalmente.

Descripción del problema

Esto se puede deber a tres factores. El primer factor se debe al paro del equipo durante el tiempo de producción, estos paros se debe que el opererário debe asistir a capacitación o toma sus tiempos de refacción y almuerzo. El segundo se debe al mal manejo del adhesivo en el área de Laminado, ya que el operario de esa área no vertió la cantidad adecuada de componente para formar el adhesivo por lo que se quedó sin adhesivo durante la producción. Como tercer facto, el adhesivo empleado para unir las películas no era el adecuado, ya que el adhesivo no cumplía con la característica de pegar las películas, esto se debe a que no se vierte la concentración adecuada de los componente.

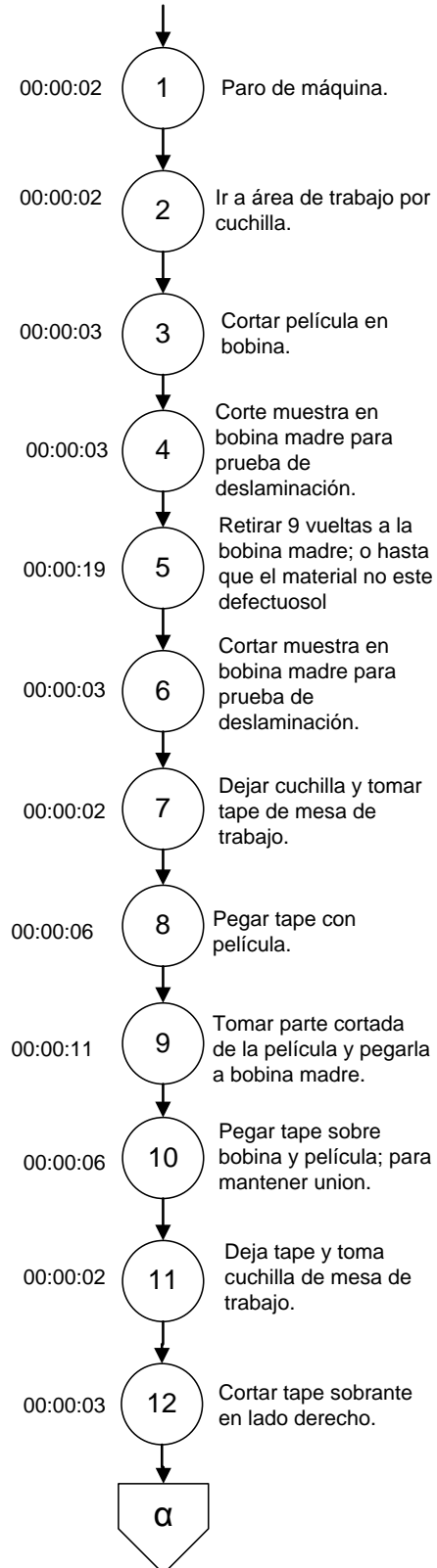
Solución

La solución adecuada para este problema, es tener una guía visual para el tipo de concentración que se debe utilizar y la cantidad que se requiere verter para producir la orden de producción. Y la solución adecuada para el área de Slitter es distribuir las cargas de trabajo entre el auxiliar y operario, evitando que ambos operarios tenga tiempos de ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo. Para ello se diseñaron las nuevas distribuciones de tareas a realizar para minimizar el tiempo muerto requerido para quitar el defecto del producto.

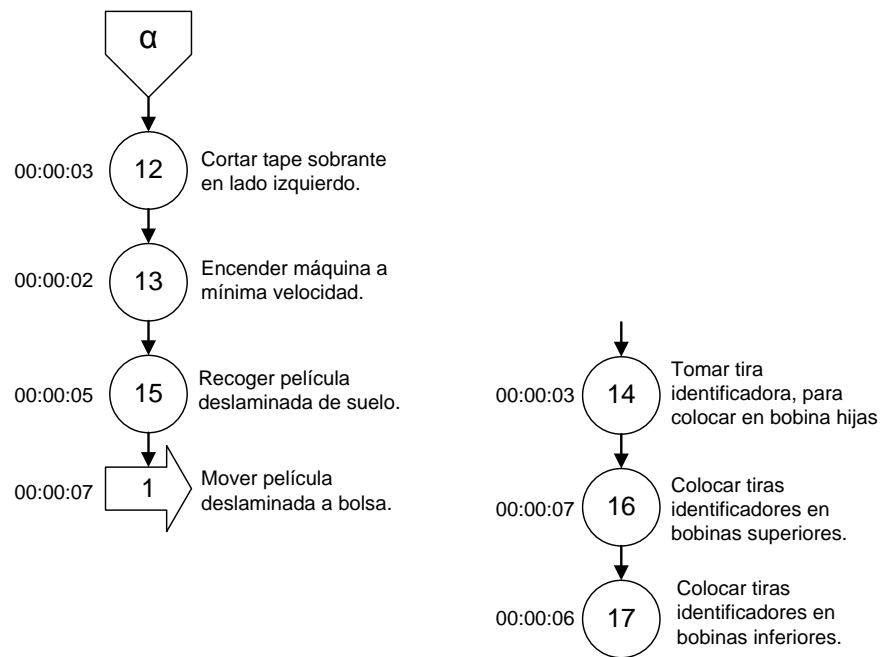
Diagrama 18: DOP mejorado de Defecto por deslaminación para SLT-04.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Defecto por deslaminación (SLT 04)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

Proceso mejorado de Defecto por delaminación



Continuación Diagrama 18: DOP mejorado de Defecto por deslaminación para SLT-04



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	17	00:01:18	00:00:16
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	1	00:00:07	00:00:00
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	▭	0	00:00:00	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		30	00:01:25	00:00:16

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

La solución a este problema no incurre en ningún costo dado que no es relevante, ya que se debe llevar un control adecuado para el operario de Laminación mediante tarjetas visuales, las cuales ayuden al operario a conocer el qué y cuánto debe usar. Y para el área de Slitter la mejor solución es distribuir las cargas de trabajo entre el auxiliar y operario, evitando que ambos operarios tenga tiempos de ocioso muy prolongado, lo cual dará como resultado un mejor uso al tiempo

4. Ahorro obtenido únicamente por mejoras en SLT-04. Luego de haber propuesto dichas soluciones y mejoras en los tiempos de ajuste, bajas y otros defectos, se pudo realizar una mejora en la reducción de tiempo para el proceso general de Slitter-04. Como se puede observar en el Diagrama 19, las operaciones 4, 5 y 7 representan las actividades de ajuste, defecto por deslaminación y bajadas, respectivamente.

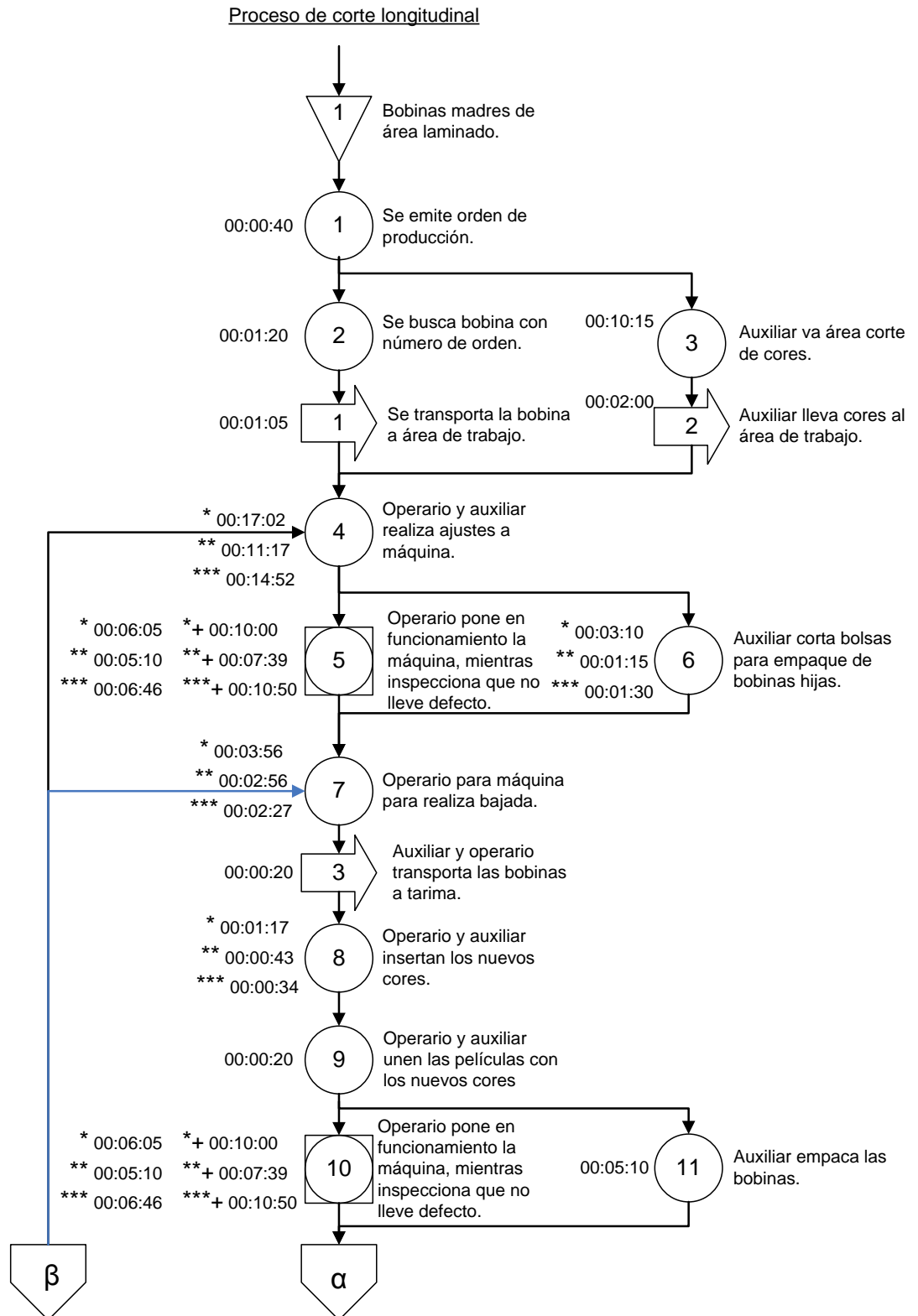
En donde se aprecia la reducción de tiempo para la operación 4 (ajuste de bobina madre) de 25min:33s a 11min:17s, para llegar a dicha reducción de tiempo, las actividades que fueron modificaron las cuales representaban grandes pérdidas de tiempo fue la tarea de regresar al área de trabajo por el triquet luego de haber buscado la bobina y se elimina la tarea de buscar nuevamente la bobina. Como se puede apreciar en el Diagrama 8 la operación 3 y 4 respectivamente. Al mismo tiempo se cambian las actividades de corte y ajuste de cores hasta arranque de máquina; desde la operación 21 hasta operación 42 en el Diagrama 5, para trabajar en paralelo durante el ajuste de las cuchillas.

Para la operación 5 (defecto por deslaminación) la reducción de tiempo fue de 8min:43s a 7min:3s, para ello las tareas que representaban mayor tiempo era la actividad de insertar la cuchilla y quitar defecto; operación 5 a operación 7 del Diagrama 9, el cual consistía en buscar hasta donde terminaba el defecto. Y de la operación 21 hasta la operación 24 del Diagrama 9, el cual consistía en colocar las tiras identificadoras en la bobina hija se cambiaron para realizarse en paralelo.

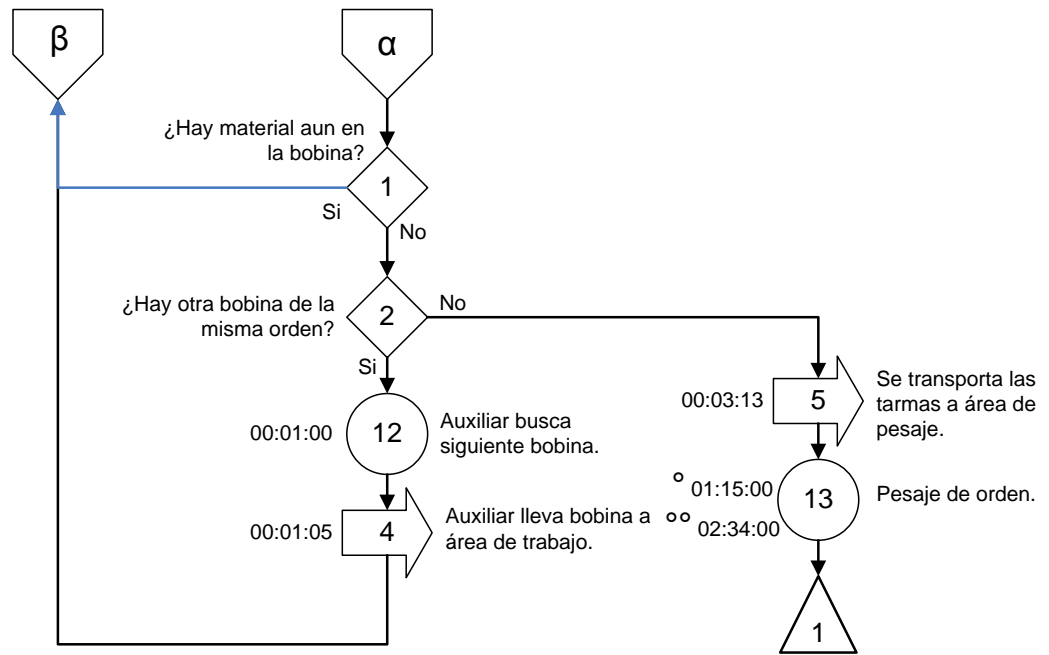
Y para la operación 7 (bajada) la reducción de tiempo fue de 3min:30s a 2min:56s, para reducir este tiempo se eliminaron las tarea repetitivas como la de cortar el tape la cual se realiza varias veces y se redujo a realizar la tarea una sola vez y se cambian la operación 17 hasta la operación 33, el cual consistía en el ajuste y alineación de los cores.

Diagrama 19: DOP general mejorado para SLT-04

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Proceso mejorado de Slitter (SLT 02, 04, 05, 06 y 07)
Realizado por: Luis Pedro Jo 02/11/2013
Proceso Actual, desde la entrada de materia prima hasta el almacenaje del producto final en bodegas.



Continuación Diagrama 19: DOP general mejorado para SLT-04



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	13	02:00:16
Inspecciones	□	2	00:15:18
Trasnporte	➡	5	00:07:43
Desiciones	◇	2	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	1	00:00:00
Total		23	02:23:17

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Para SLT-02 y 05, tiempo normal
* +	Para SLT-02 y 05, tiempo con defecto
**	Para SLT-04, tiempo normal
** +	Para SLT-04, tiempo con defecto
***	Para SLT-06 y 07, tiempo normal
*** +	Para SLT-06 y 07, tiempo con defecto
o	Pesaje con dos operadores
oo	Pesaje con un operadores

El tiempo logrado a reducir fue de 2 minutos y 52 segundos, este valor representado en dinero es lo que nos indica si dicha reducción ayuda a la empresa a ganar mayor utilidades y ser más competitivos.

Por lo tanto, se obtuvo el costo promedio y la demanda que se tiene para la Slitter - 04 los cuales se obtuvieron de documentos por parte de la empresa.

Para determinar el tiempo de días y mese laborales se realizaron los siguientes supuestos en base a como labora la empresa:

365	DIAS AL AÑO
89.83	DIAS DE PARO
<hr/>	
2	DIAS DE NAVIDAD
1.5	DIAS DE AÑO NUEVO
4	DIAS DE SEMANA SANTA
1	DIA DE NOVIEMBRE
12	DIAS DE MANTENIMIENTO (24 HRS MENSUAL/MAQ)
69.33	DIAS DE DESCANSO FIN DE SEMANA
275.17	DIAS DE TRABAJO SIN PARO AL AÑO
<hr/>	
22.93	DIAS PROMEDIO MENSUAL DE TRABAJO

12	HORAS TRABAJADAS POR TURNO
1.5	HORAS DE DESCANSO
<hr/>	
0.5	HORAS DE REFACCIÓN
1	HORA DE ALMUERZO
10.5	HORAS DE TRABAJO SIN PARO AL AÑO
2.00	NUMERO DE TURNOS POR DÍA
<hr/>	
21	HORAS PROMEDIO DIARIA DE TRABAJO

Tabla 13: Tabla datos generales del proceso SLT-04

No. operarios actual	2	No. operario propuestos	2
Tiempo operación actual	02:42:09	Tiempo operación propuesta	02:23:17
Demanda mensual	99,069Kg		
Cambios realizados por mes	156 cambios		
Costo promedio por trimestre por kilogramo	Q. 0.86		
1 trimestre	3 meses		
Días laborales por mes	22.93 días		
horas laboradas por día	21 Horas		

El valor de Q0.86 por kilogramo, es un dato obtenido de los archivos de costo de planta producción de la empresa.² En el cual la empresa no detalla con mayor información. El valor está compuesto por los costos de operario, costos de materia prima y costos indirectos por fabricación.

Para lograr obtener el ahorro, se prosiguió a calcular el tiempo takt por cambio para el proceso actual y procesos puesto. Seguido se obtuvo el costo perdido por operación para ambos casos, por último se consiguió el porcentaje de ahorra respecto al costo actual. Las ecuaciones a utilizar fueron:

² Referencia 10 en bibliografía.

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{\text{Tiempo operación}}{\text{Número de operadores}}$$

Costo perdido = tiempo takt x costo promedio x demanda x cambios realizados

Costo ahorrado = costo actual – costo propuesto

$$\% \text{ ahorrado} = \frac{\text{costo ahorrado}}{\text{costo actual}} \times 100\%$$

Tabla 14: Costo ahorrado para SLT-04

Descripción	Actual	Propuesto
Tiempo Takt (min/cambio)	81.08	71.64
Costo perdido	Q12,431.86	Q10,985.37
Costo ahorrado por mes	Q1,446.49	
% ahorro	11.64%	

Como se puede observar en la Tabla 14, el costo ahorrado mensual que se tendrá al implementar las propuestas para le SLT-04 es de Q1,446.49, lo cual representa un ahorro del 11.64% respecto al cotos actual.

C. SLT-06 Y 07

1. Problema # 1

Problema

La SLT-06 y 07 emplean de forma casi adecuada la actividad bajada de bobina o descarga de bobina hija, el problema recae sobre la falta de un segundo operario.

Descripción del problema

Este es una actividad esencial dentro del proceso de Slitter, esta actividad es la encargada de realizar los cambio de bobinas hijas una vez estas completen con la cantidad desea y requerida por bobina. Una vez que la bobina cumpla con el metraje y pesaje requerido, el operario y auxiliar deben realizar los cambio que correspondan de descarga las bobinas terminadas e insertar los nuevos cores. Y para llevar acabo dicha actividad se determinó que es necesario tener un segundo operario para ayudar en la actividad. El uso de dos operarios por máquina, es el número adecuado, pero dentro de la activada el operario

era el único que realizaba las tareas. Por lo que requiere de esto grandes cantidades de tiempo para realizar las bajadas.

Solución

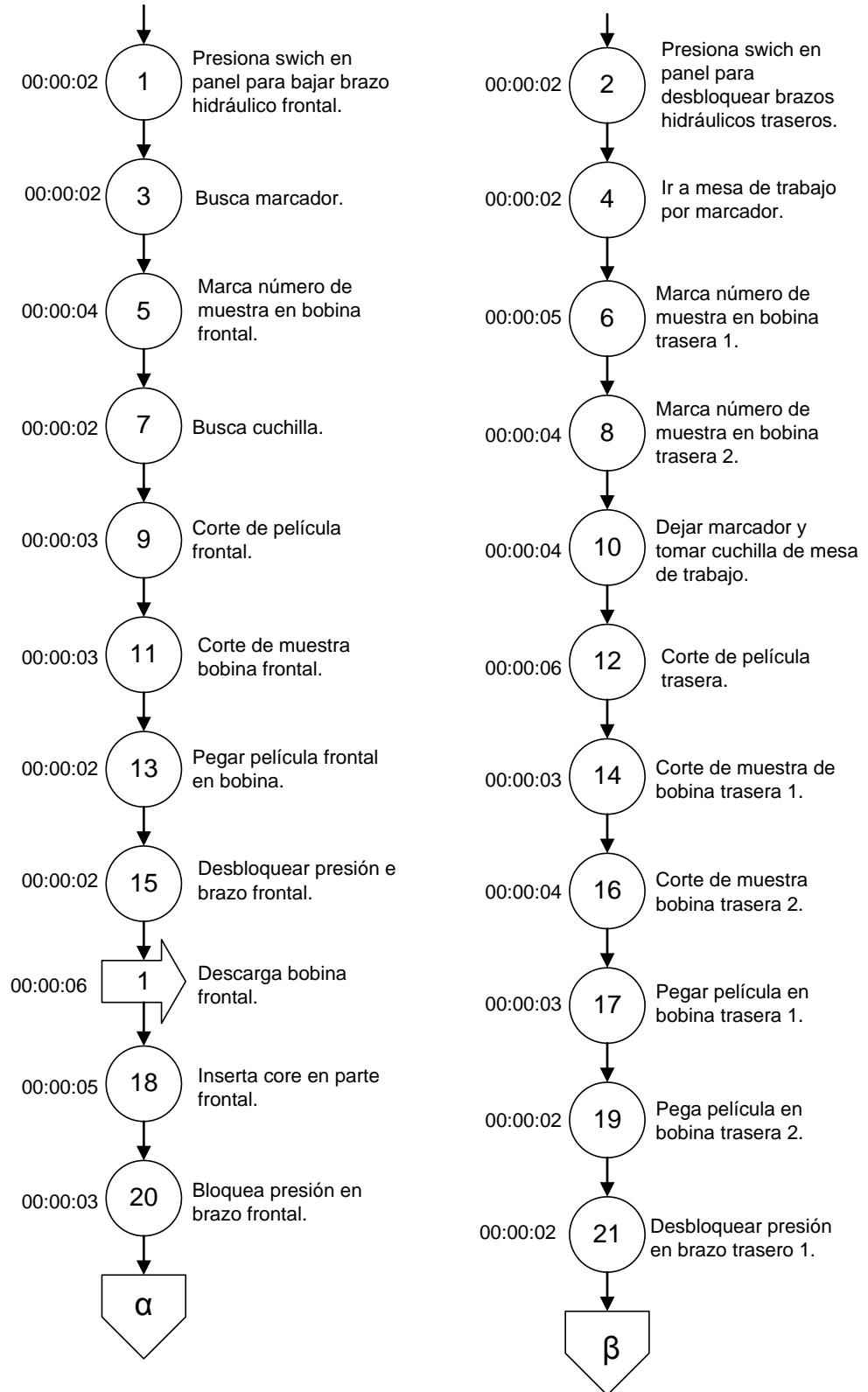
Para solucionar este problema, se recomienda asignar un segundo operario a las SLT-06 y 07, para ello es necesario que en el área de pesaje el cual forma parte del área de Slitter redistribuya la cantidad e operarios que tiene. Dado que en ella se tiene 5 operarios de los cuales uno se encarga emitir las Stiker de pesaje y las ordenes de producción y los cuatro operarios restantes se encargan de carga y colocar la bobina en la pesa. Por lo que se tiene operarios de más en esta área. Lo ideal es cambias a dos operarios y asignarlos a las SLT-06 y 07. Cabe mencionar que todos los operarios dentro del área de Slitter incluyendo a los de pesaje, conocen y están capacitados para utilizar cualquier máquina de Slitter; por lo que no es necesario capacitar a operarios.

La carga y distribución de las tareas utilizando dos operarios queda de la siguiente manera; ver Diagrama 20

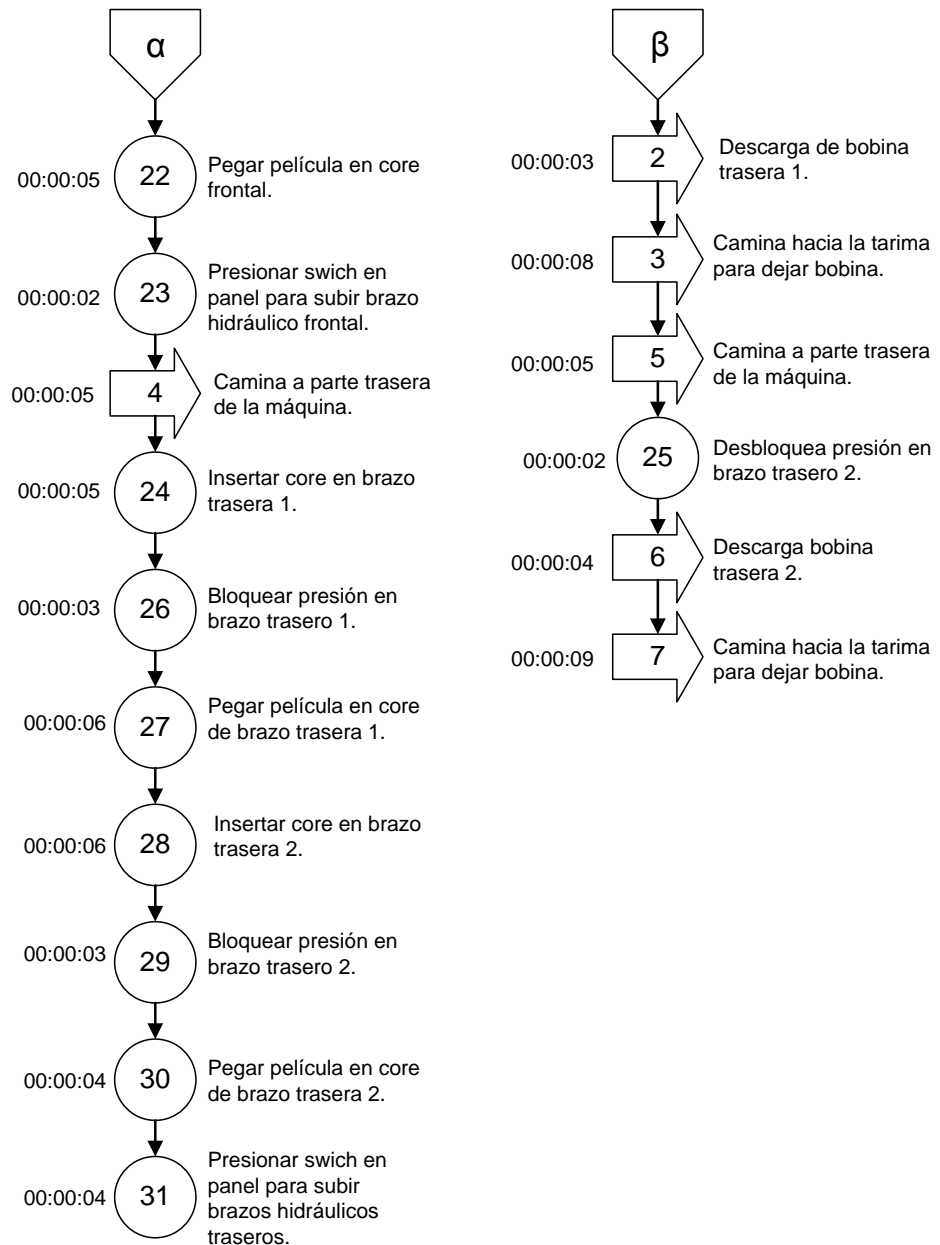
Diagrama 20: DOP mejorado de Bajada para SLT-06 y 07.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Bajada (SLT 06 y 07)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde paro de máquina hasta arranque.

Proceso mejorado de Bajada de bobina hija



Continuación Diagrama 20: DOP mejorado de Bajada para SLT-06 y 07



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	31	00:01:08	00:00:42
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	7	00:00:11	00:00:26
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	◡	0	00:00:00	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		38	00:01:19	00:01:08

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

Los costos adicionales incurridos en esta propuesta son únicamente los gastos por herramientas que el segundo operario tendrá que usar. Ya que no es necesario la contratación de un nuevo operario, dado que en el área de pesaje se tiene operario de más por ende se tiene bastante tiempo de ocio, por lo que al redistribuir los operario en esa área es la mejor solución evitando aumentar los costos de producción con la contratación de un nuevo operario.

2. Problemas # 2

Problema

Se pierde bastante tiempo en el ajuste de la máquina.

Descripción del problema

Antes de arrancar la máquina, el operario necesita realizar los ajustes necesarios al equipo para poder producir las órdenes de producción. Las cuales requieren de mucho tiempo. Este problema ocurre porque es necesario tener un segundo operario para ayudar en la actividad. El uso de dos operarios por máquina, es el número adecuado, pero dentro de la activada el operario era el único que realizaba las tareas. Por lo que requiere de esto grandes cantidades de tiempo para realizar las tarea de ajuste en lo que es corte de cores entre otras.

Solución

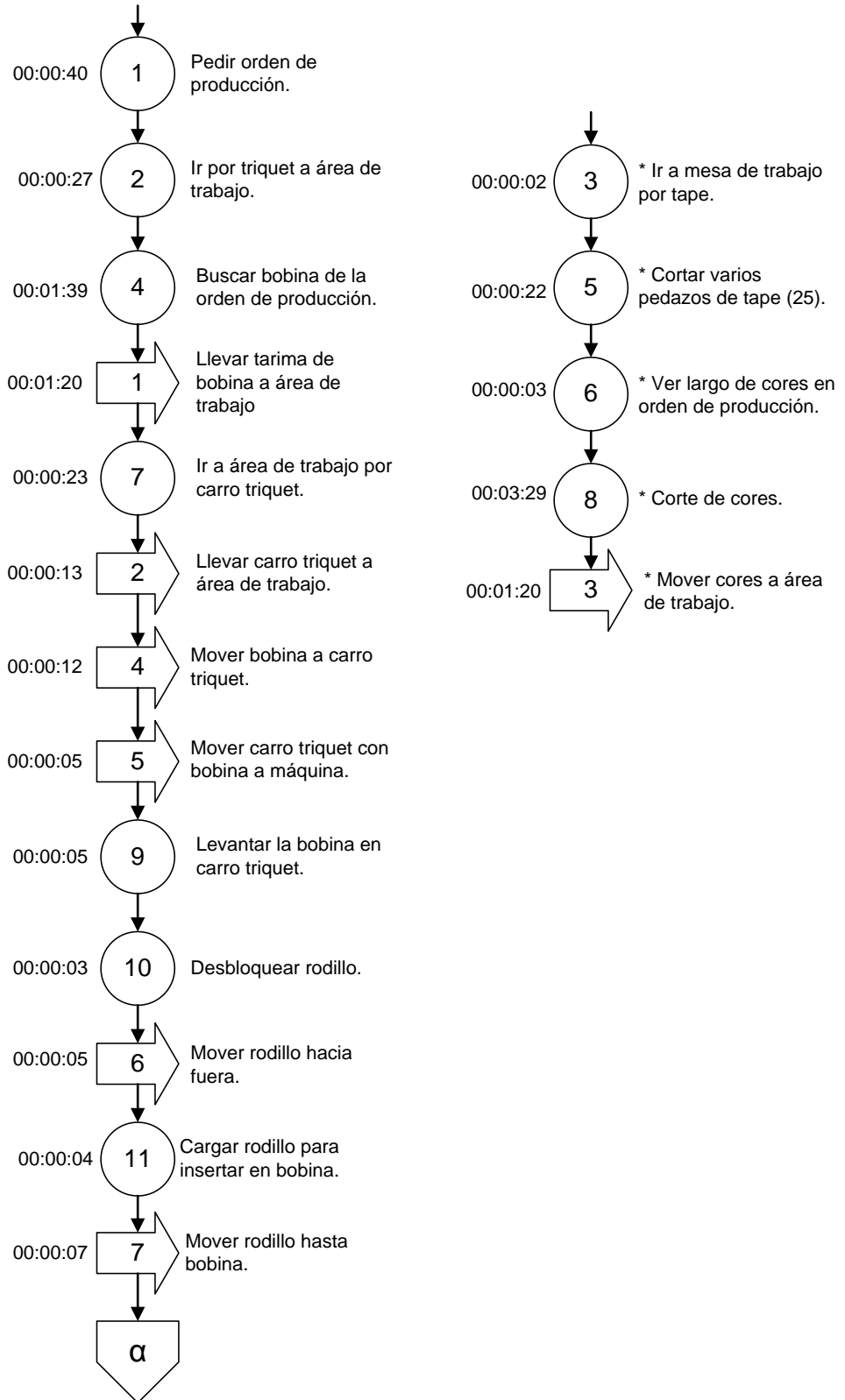
Para solucionar el problema, se recomienda asignar un segundo operario a las SLT-06 y 07, para ello es necesario que en el área de pesaje el cual forma parte del área de Slitter redistribuya la cantidad de operarios que tiene. Dado que en ella se tiene 5 operarios de los cuales uno se encarga emitir las Stikers de pesaje y las ordenes de producción y los cuatro operarios restantes se encargan de carga y colocar la bobina en la pesa. Por lo que se tiene operarios de más en esta área. Lo ideal es cambias a dos operarios y asignarlos a las SLT-06 y 07. Cabe mencionar que todos los operarios dentro del área de Slitter incluyendo a los de pesaje, conocen y están capacitados para utilizar cualquier máquina de Slitter; por lo que no es necesario capacitar a operarios.

La carga y distribución de las tareas utilizando dos operarios queda de la siguiente manera; ver Diagrama 21

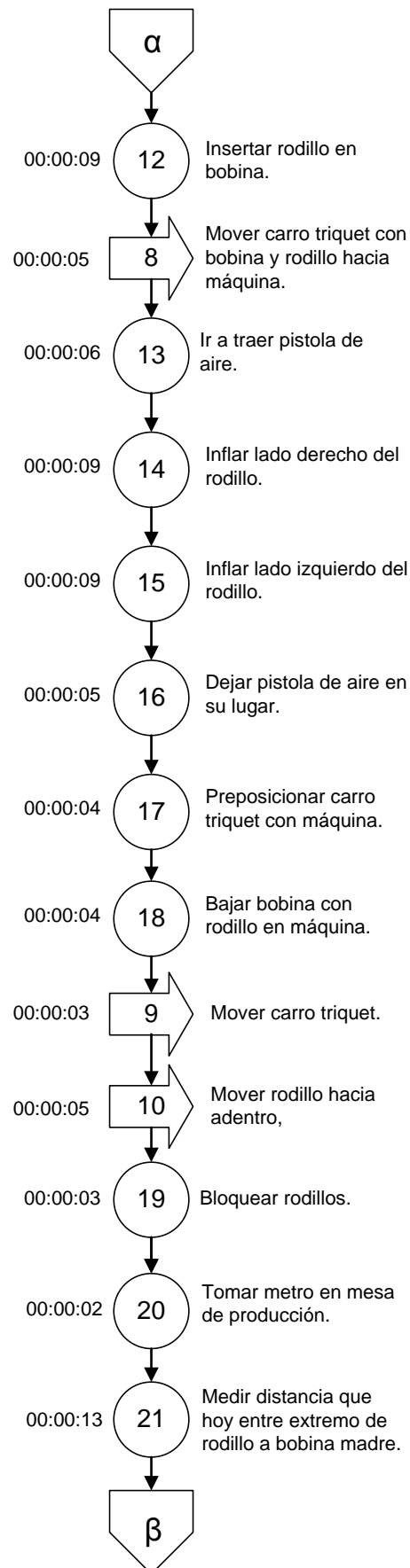
Diagrama 21: DOP mejorado de Ajuste para SLT-06 y 07.

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Actividad de Ajuste (SLT 02 y 05)
Realizado por: Luis Pedro Jo 07/10/2013
Proceso Actual, desde emisión de orden de producción hasta arranque.

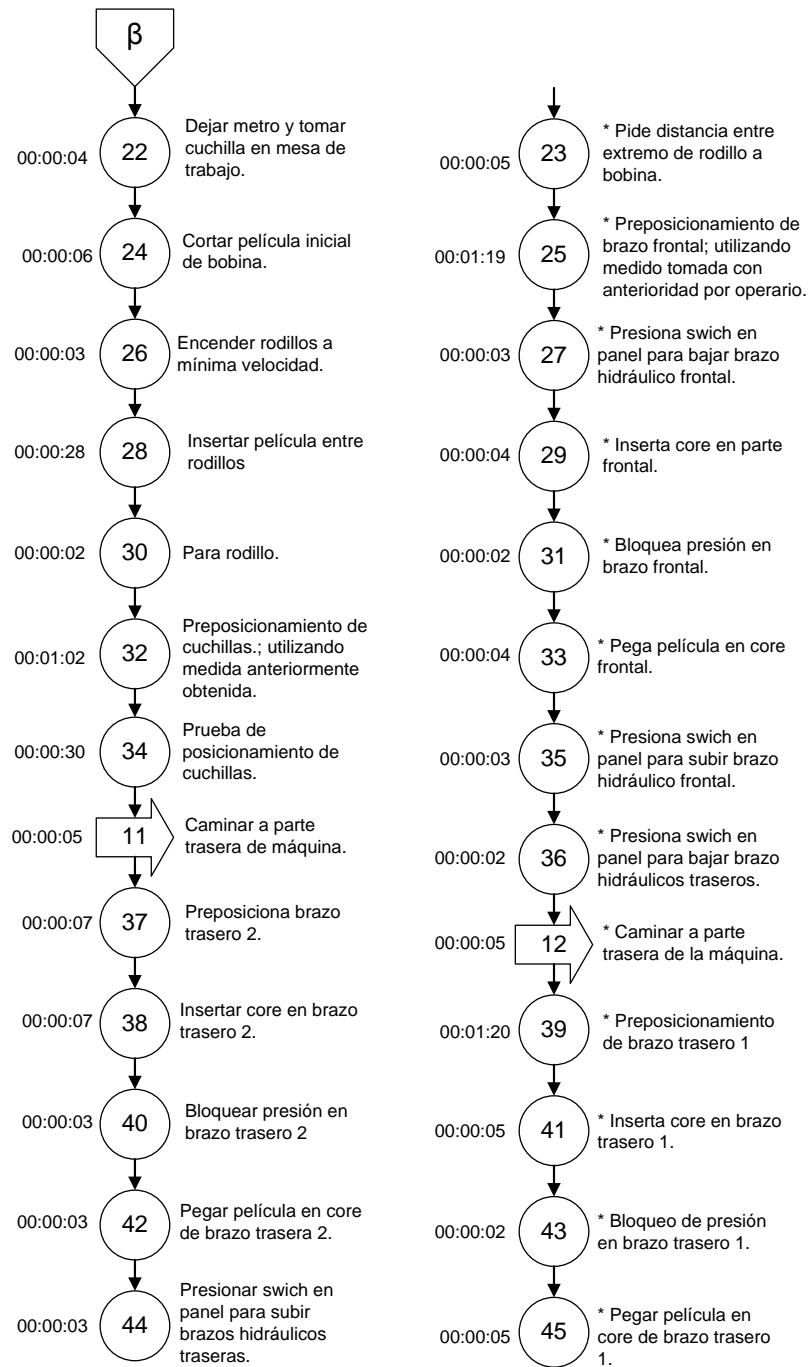
Proceso mejorado de Ajuste inicial de bobina madre



Continuación Diagrama 21: DOP mejorado de Ajuste para SLT-06 y 07



Continuación Diagrama 21: DOP mejorado de Ajuste para SLT-06 y 07



EVENTO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO OPERARIO	TIEMPO PARALELO
Operaciones	○	45	00:09:09	00:07:10
Inspecciones	□	0	00:00:00	00:00:00
Trasnporte	➡	12	00:01:20	00:01:25
Desiciones	◇	0	00:00:00	00:00:00
Demoras	▭	0	00:00:00	00:00:00
Almacenamiento	△	0	00:00:00	00:00:00
Total		57	00:10:29	00:08:35

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Auxiliar

Costo de solución

Al igual que en el Problema 1 para SLT-06 y 07, Los únicos costos adicionales incurridos son los gastos por herramientas que el segundo operario tendrá que usar. Ya que no es necesario la contratación de un nuevo operario, dado que en el área de pesaje se tiene operario de más por ende se tiene bastante tiempo de ocio, por lo que al redistribuir los operario en esa área es la mejor solución evitando aumentar los costos de producción con la contratación de un nuevo operario.

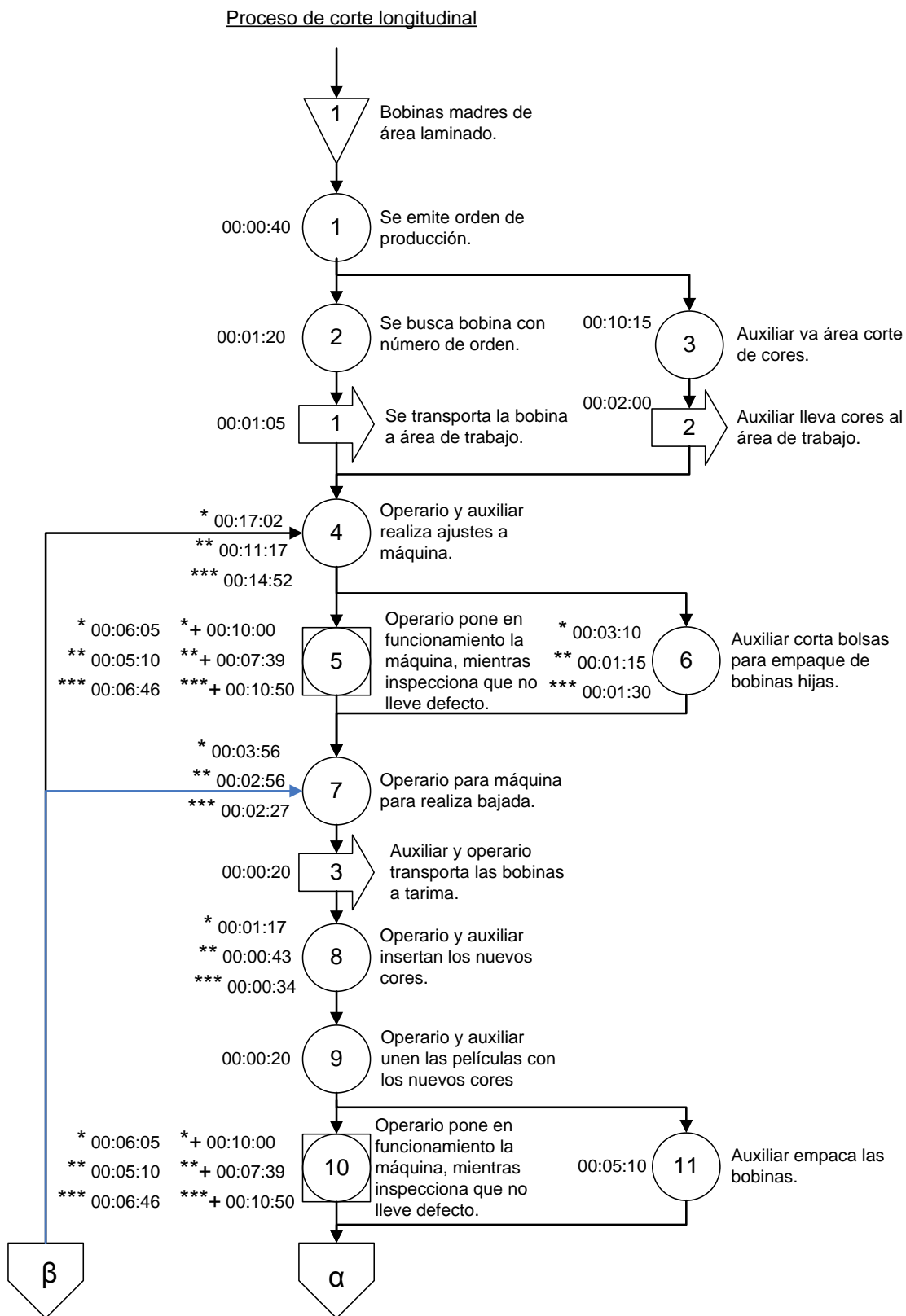
3. Ahorro obtenido únicamente por mejoras en SLT-06 y 07. Luego de haber propuesto dichas soluciones y mejoras en los tiempos de ajuste, bajas y otros defectos, se pudo realizar una mejora en la reducción de tiempo para el proceso general de Slitter-06 y 07. Como se puede observar en Diagrama 22, las operaciones 4 y 7 representan las actividades de ajuste y bajadas, respectivamente.

En donde se aprecia la reducción de tiempo para la operación 4 (ajuste de bobina madre) de 22min a 14min:52s, para llegar a dicha reducción de tiempo, las actividades que fueron modificaron las cuales representaban grandes pérdidas de tiempo fue la tarea de cortar cores y transportarlos al área de trabajo, operación 28 y operación 75. Al mismo tiempo se cambian las actividades de ajuste de ajuste de brazos traseros; desde la operación 36 hasta operación 74 en el Diagrama 11, para trabajar en paralelo durante el ajuste de las cuchillas y brazos frontales.

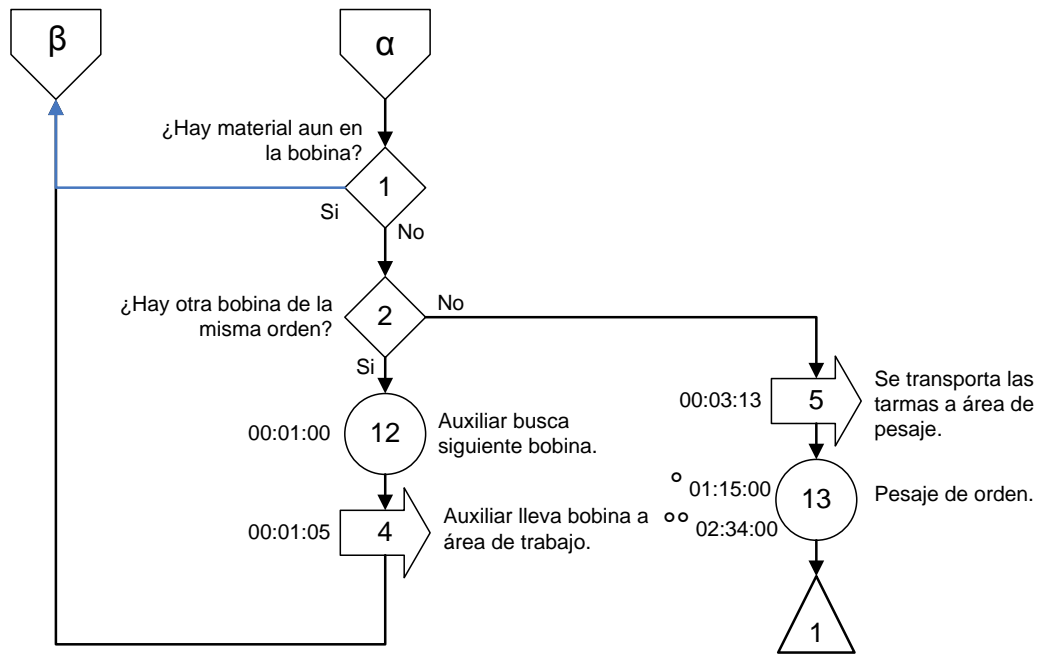
Y para la operación 7 (bajada) la reducción de tiempo fue de 3min:10s a 2min:27s, para reducir este tiempo se eliminaron las tarea repetitivas como la de cortar el tape la cual se realiza varias veces y se redujo a realizar la tarea una sola vez. Al mismo tiempo la operación 12 a la 49 se cambian para poder realizarse en paralelo; Diagrama 10.

Diagrama 22: DOP general mejorado para SLT-06 y 07

DOP para Empresa de Empaques Flexibles en Guatemala – Proceso mejorado de Slitter (SLT 02, 04, 05, 06 y 07)
Realizado por: Luis Pedro Jo 02/11/2013
Proceso Actual, desde la entrada de materia prima hasta el almacenaje del producto final en bodegas.



Continuación Diagrama 22: DOP general mejorado para SLT-06 y 07



EVENO	SIMBOLOGÍA	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	○	13	01:56:25
Inspecciones	□	2	00:21:40
Trasnporte	➡	5	00:07:43
Desiciones	◇	2	00:00:00
Demoras	⏸	0	00:00:00
Almacenamiento	△	1	00:00:00
Total		23	02:25:48

REFERENCIA	SIGNIFICADO
*	Para SLT-02 y 05, tiempo normal
* +	Para SLT-02 y 05, tiempo con defecto
**	Para SLT-04, tiempo normal
** +	Para SLT-04, tiempo con defecto
***	Para SLT-06 y 07, tiempo normal
*** +	Para SLT-06 y 07, tiempo con defecto
o	Pesaje con dos operadores
oo	Pesaje con un operadores

El tiempo logrado a reducir fue de 33minutos y 35segundos, este valor representado en dinero es lo que nos indica si dicha reducción ayuda a la empresa a ganar mayor utilidades y ser más competitivos.

Por lo tanto, se obtuvo el costo promedio y la demanda que se tiene para la Slitter - 06 y 07 los cuales se obtuvieron de documentos por parte de la empresa.

Para determinar el tiempo de días y mese laborales se realizaron los siguientes supuestos en base a como labora la empresa:

365	DIAS AL AÑO
89.83	DIAS DE PARO
2	<i>DIAS DE NAVIDAD</i>
1.5	<i>DIAS DE AÑO NUEVO</i>
4	<i>DIAS DE SEMANA SANTA</i>
1	<i>DIA DE NOVIEMBRE</i>
12	<i>DIAS DE MANTENIMIENTO (24 HRS MENSUAL/MAQ)</i>
69.33	<i>DIAS DE DESCANSO FIN DE SEMANA</i>
275.17	DIAS DE TRABAJO SIN PARO AL AÑO
22.93	DIAS PROMEDIO MENSUAL DE TRABAJO

12	HORAS TRABAJADAS POR TURNO
1.5	HORAS DE DESCANSO
0.5	<i>HORAS DE REFACCIÓN</i>
1	<i>HORA DE ALMUERZO</i>
10.5	HORAS DE TRABAJO SIN PARO AL AÑO
2.00	NUMERO DE TURNOS POR DÍA
21	HORAS PROMEDIO DIARIA DE TRABAJO

Tabla 15: Tabla datos generales del proceso SLT-06 y 07

No. operarios actual	1	No. operario propuestos	2
Tiempo operación actual	02:59:23	Tiempo operación propuesta	02:25:48
Demanda mensual	29694		
Cambios realizados por mes	80 cambios		
Costo promedio por trimestre por kilogramo	Q. 0.86		
Gasto herramientas promedio por trimestre	Q. 0.1		
1 trimestre	3 meses		
Días laborales por mes	22.93 días		
horas laboradas por día	21 Horas		

El valor de Q0.86 por kilogramo, es un dato obtenido de los archivos de costo de planta producción de la empresa.³ En el cual la empresa no detalla con mayor información. El valor está compuesto por los costos de operario, costos de materia prima y costos indirectos por fabricación.

Para lograr obtener el ahorro, se prosiguió a calcular el tiempo takt por cambio para el proceso actual y procesos puesto. Seguido se obtuvo el costo perdido por operación para ambos casos. Para este caso en partícula que se debe agregar un operario más al proceso, se tiene que tomar en cuenta el gasto adicional de las herramientas que requerirá este

³ Referencia 10 en bibliografía.

segundo operario, para evitar el prestamos de herramientas. El gasto por herramientas considerado consiste en: una cuchilla, un marcador y rollos de tape. Por último se consiguió el porcentaje de ahorra respecto al costo actual. Las ecuaciones a utilizar fueron:

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{\text{Tiempo operación}}{\text{Número de operadores}}$$

$$\text{Costo perdido} = \text{tiempo takt} \times \text{costo promedio} \times \text{demanda} \times \text{cambios realizados}$$

$$\text{Costo ahorrado} = \text{costo actual} - \text{costo propuesto}$$

$$\% \text{ ahorrado} = \frac{\text{costo ahorrado}}{\text{costo actual}} \times 100\%$$

Tabla 16: Costo ahorrado para SLT-06 y 07

Descripción	Actual	Propuesto
Tiempo Takt (min/cambio)	179.38	72.90
Costo perdido	Q4,227.93	Q1,882.63
Costo ahorrado por mes	Q2,345.29	
% ahorro	55.47%	

Como se puede observar en la Tabla 16, el ahorro mensual que tendrá la empresa al implementar dichas propuestas para la SLT-06 y 07 es de Q2,345.29, lo cual representa un ahorro del 55.47% del costo actual para cada máquina. Esto quiere decir que se tendrá un ahorro total aproximado de Q4,690.58 por la SLT-06 y 07.

D. AHORROS ANUALES SI SE IMPLEMENTAN LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Los resultados de los ahorros monetarios presentados anteriormente en las Tablas 11, 13 y 15, se realizaron en base a las suposiciones de capacidad de cada máquina a partir de los estudios de capacidad realizados por la empresa. Además, se incluyó el porcentaje de ahorro sobre el costo actual que tendrá por máquina, incluso se tiene el porcentaje de ahorro total que tendrá el área de Slitter en caso que se implementen dichas mejoras.

No es necesario considerar y contar con un costo de tiempo muerto por capacitación, dado que las capacitaciones son impartidas por los jefes de área de dicha empresa; dependiendo del tema en el que se desee capacitar. En la empresa, para evita que la máquina este parada y agregar un costo por capacitación, no capacitan a los dos operarios de la misma máquina al mismo tiempo. Lo que hace la empresa es, llamar a un operario de cada máquina y brandar le la capacitación requerida, mientras el segundo operario de cada máquina opera la máquina; esto se puede llevar acabo dado que todos los operarios del área están capacitados y son capaces de operar todas la máquina dentro de esta área. Una vez la capacitación termina con los primeros operarios; al llegar ellos a sus respectivas máquinas, el segundo operario de cada máquina se dirige a la capacitación y el operario que ya recibió su capacitación se queda operando la máquina. Y una vez que ambos operarios hayan recibido su capacitación trabajan nuevamente los dos operarios en las máquinas.

A continuación se presenta en la Tabla 17, un resumen de los ahorros por orden obtenidos si se implementaran las propuestas de mejora.

Tabla 17: Resumen de ahorros

No. SLITTER	DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN SOLUCIÓN	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)	TIEMPO REDUCIDO (min)	GASTO ADICIONALES	COSTO ACTUAL	COSTO PROPUESTO	AHORRO (mensual)	% AHORRO
02 Y 05	Corte longitudinal	Distribución adecuada de las tareas en cada actividad de bajada, ajuste y defectos entre los dos operarios.	178.38	159.05	19.33	Q -	Q 5,458.05	Q 4,866.50	Q1,183.10	10.84%
04	Corte longitudinal	Distribución adecuada de las tareas en cada actividad de bajada, ajuste y defectos entre los dos operarios.	162.15	143.28	18.87	Q -	Q12,431.86	Q10,985.37	Q1,446.49	11.64%
06 Y 07	Corte longitudinal	Agregar un operario más a la operación.	179.38	145.80	33.58	Q 164.44	Q 4,227.93	Q 1,718.20	Q4,690.59	55.47%
Total									Q7,320.17	23.02%

Seguidamente se muestra el desarrollo de los cálculos de ahorro por orden de cada una de las propuestas de mejora

SLT-02 y 05	Propuesta de mejora: Distribución adecuada de las tareas en cada actividad de bajada, ajuste y defectos entre los dos operarios.
% Ahorro:	10.84%
Tiempo takt operación actual:	89.19 min/cambio
Monto costo impactado:	Q. 0.00087 cambio kg por min
Demanda mensual:	70088 kg

$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro} &= \% \text{ahorro} \times \text{takt} \times \text{monto} \times \text{demanda} \\
 &= (10.84\%)(89.19)(0.00087)(70088) \\
 &= 591.55
 \end{aligned}$$

SLT-04	Propuesta de mejora: Distribución adecuada de las tareas en cada actividad de bajada, ajuste y defectos entre los dos operarios.
% Ahorro:	11.64%
Tiempo takt operación actual:	81.08 min/cambio
Monto costo impactado:	Q. 0.0015 cambio kg por min
Demanda mensual:	99069 kg

$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro} &= \% \text{ahorro} \times \text{takt} \times \text{monto} \times \text{demanda} \\
 &= (11.64\%)(81.08)(0.0015)(99069) \\
 &= 1,446.49
 \end{aligned}$$

SLT-06 y 07	Propuesta de mejora: Agregar un operario más a la operación.
% Ahorro:	55.47%
Tiempo takt operación actual:	179.38 min/cambio
Monto costo impactado:	Q. 0.00079 cambio kg por min
Demanda mensual:	29694 kg

$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro} &= \% \text{ahorro} \times \text{takt} \times \text{monto} \times \text{demanda} \\
 &= (55.47\%)(179.38)(0.00079)(29694) \\
 &= 2,345.29
 \end{aligned}$$

Respetando la confidencialidad que la empresa ha solicitado sobre el costo de producción total de la planta no se especificará a detalle ni superficialmente de donde proviene el costo total trimestral por kilogramo. Por lo que en la siguiente tabla; Tabla 18, se presenta el resumen del costo total de producción de la planta y el porcentaje de ahorro del costo total de producción de la planta.

Tabla 18: Resumen costo de producción

Tipos	Kilos	Costo /Kg	Costo	Costo Ahorrado	% ahorrado
Producción Slitter	958,662	0.86	Q 824,449.32	Q 7,320.17	1%
Producción total	1,404,974		Q1,007,437.24		

Con base a este trabajo, se identificaron las siguientes causas que provocan las mayores pérdidas en tiempos muertos en las siguientes máquinas:

- ✓ SLT-02 y 05
 - 40.83% por tiempos de Bajadas.
 - 34.54% por tiempos de Ajuste.
 - 7.48% por tiempos en Otros defectos.
- ✓ SLT-04
 - 42.48% por tiempos de Bajadas.
 - 23.09% por tiempos de Ajuste.
 - 14.79% por tiempos de Defectos por deslaminación.
- ✓ SLT-06 y 07
 - 52.79% por tiempos de Bajadas.
 - 28.14% por tiempos de Ajuste.

Tabla 19: Resumen ahorro de tiempo

Máquina	Cambios por mes	Tiempo ahorrado / cambio (min)	Horas ahorradas al mes
SLT-02 y 05	88	9.67	14.18
SLT-04	156	9.43	24.53
SLT-06 y 07	80	106.48	141.98
TOTAL			180.68

Tabla 20: Costo tiempo ahorrado

	Tiempo ahorrado por hora	Demanda mensual	Demanda por hora mensual	Número de unidades adicionales	Unidades totales producidas	Costo/kg	Costo
Mensual	180.68	198,851	412.94	74,611.21	273,462.21		
Trimestral	542.047	596,553	1,238.82	223,833.62	820,386.62	0.86	Q513,035.58
						0.63	

Como se puede ver en la Tabla 19 y 20, el tiempo total ahorrado es de 180.68 horas equivalente aproximadamente a 7.5 días. Suponiendo que la empresa decida mantener el costo por kilogramo de 0.86, estos días puede aumentar la producción en 74,611 unidades dando un total de producción de 273,462 unidades. Lo cual representara una disminución del costo por kilogramo de 0.23.

IX. CONCLUSIONES

- En cuanto a los tiempos muertos presentados por las SLT-02, 04 y 05, la mayoría del tiempo muerto se debía a la poca participación del segundo operario; conocido como auxiliar, dentro de las actividades de cambio. Además se identificó que existen tareas que se realizaban de manera incorrecta, lo cual provocaba un aumento significativo en el tiempo muerto.
- En cuanto a los tiempos muertos presentados por las SLT-06 y 07, la mayor parte del tiempo muerto se debía a la falta de auxiliar, lo cual provocaban crasos tiempos muertos. Además que existían tareas que se realizaban de manera errónea.
- Se logró reducir los tiempos muertos en el área de Slitter, para la SLT-02 y 05 un tiempo total de 19min:20s, el cual representa un ahorro de 28.36horas al mes por máquina.
- Para la SLT-04 se ahorró un tiempo total de 18min:52s, el cual equivale a un ahorro de 49.05horas al mes.
- Para la SLT-06 y 07 se ahorró un tiempo total de 33min:35s, el cual representa un ahorro de 44.78 horas al mes por máquina.
- El ahorro de tiempo total de producción es de 180.68horas al mes, lo cual podrá ayudar a aumentar la capacidad de esta área en 74,611.21 unidades, representando un ahorro de costo por kilogramo de 0.23.
- El ahorro monetario que se tiene en la SLT-02 y 05 al implementar las mejoras es de Q591 por máquina dando un total de Q1,183.10.
- El ahorro monetario que se tiene en la SLT-04 al implementar las mejoras es de Q1,446.49.
- El ahorro monetario que se tiene en la SLT-06 y 07 al implementar las mejoras es de Q2345 por máquina dando un total de Q4,690.59.
- Se estimó que al implementar dichas soluciones, se logrará obtener un ahorro de Q7,320.17, equivalente a un 23.02% únicamente del costo de las máquina analizadas. Y el costo total ahorrado para el área de Slitter es del 1%, respecto al costo total del área de Slitter.

X. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del trabajo servirán para reducir o evitar las grandes pérdidas de tiempos muertos y hacer más eficiente el área de Slitter. Al mejorar los tiempos muertos de las Slitters, se lograra que el personal y las máquinas aprovechen mejor su tiempo productivo, con el objetivo de que las actividades que se realicen sean más eficientes.

A continuación se presentan las soluciones más factibles que eliminarán los tiempos muertos en el área de Slitter. Estas recomendaciones las podría tomar en consideración la empresa de empaques flexibles.

- Capacitar continuamente a los operarios en lo que se refiere a los tiempos de cambio rápidos o menores a 10 minutos (metodología SMED), para asegurar que los operarios se mantengan actualizados.
- Dar continuidad al check list para que el operario que está terminando turno, verifique el estado en el que se está entregando la máquina, lo cual ayudara al siguiente turno; antes de iniciar operaciones, a conocer cuál es el estado de la máquina lo cual evitar que el equipo se arruine. El check list contiene las siguientes características: Ver Figura 6⁴ en Anexos.
 - ✓ Estado de los rodillos.
 - ✓ Estado de los brazos hidráulicos.
 - ✓ Fuerza de tensión en los rodillos.
 - ✓ Funcionamiento del panel; interruptor de velocidad, metraje.
 - ✓ Área y máquina limpia y ordenada.
- Al mantener la continuidad del check list, ayudara a prevenir y mantener un pequeño inventario de seguridad de piezas que tiene la posibilidad de arruinarse, para poder realizar el pedido con anticipación antes que el equipo se arruine; evitando tener maquinaria parada por falta de repuestos, como lo sucedido con la SLT-01 y 03.
- Contar con controles más rigurosos de aceptación, es decir, hablar con los proveedores para evitar recibir materiales defectuosos.
- Continuar con el manejo de un inventario de consumo de los químicos utilizados en el área de laminación para unir las películas. Para tener la cantidad necesaria dentro del área, evitando que se queden sin adherente durante el tiempo de producción y se tenga que para el equipo, lo cual ayudara a disminuir los defectos por deslaminación.

⁴ El formato es modificado para mantener la confidencialidad del nombre de la empresa.

- Emplear el tiempo adicional que se ha podido obtener, en producir los lotes de producción atrasados.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Calix Woc, A. E. 2009. "*Propuesta de mejora en las líneas de empaque de una empresa de cereales para disminuir los defectos en los corrugados*". Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
2. Chase, R.B, Jacobs, F.R, & Aquilano, N. J. 2009. "*Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*". 12^{va} Edición. México D.F. McGraw-Hill
3. Cruz, J & Badii, M. H. 2004. "*SMED: El camino a la flexibilidad total (SMED: The road to total flexibility)*" Documento PDF recuperado el 28 de agosto de 2013 de, http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/1.2/A7.pdf
4. Empresa de empaques flexible. 2013. "*Capacidad planta 2013*" Documento Excel empresa de empaques flexibles. Guatemala, Guatemala.
5. Empresa de empaques flexibles. 2013. "*Costos planta producción*" Documento Excel empresa de empaques flexibles. Guatemala, Guatemala.
6. Ericastilla López, M. C. 2012. "*Propuesta de mejora en el área de empaques de una empresa deshidratadora de alimentos*" Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
7. García Criolli, R. 2005. "*Estudio de trabajo. Ingeniería de medición del trabajo*" 2^{da} Edición. México D.F. McGraw-Hill.
8. Hohmann, C. 2011. "*SMED Quick changeovers for less downtimes*" Documento recuperado el 30 de agosto de 2013 de, <http://chohmann.free.fr/>
9. Nieble, B. W., & Freivalds, A. 2009. "*Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*". 12^{va} Edición. México D.F. McGraw-Hill.
10. Roldán Rivas, J. 2004. "*Proceso de manufactura, SMED: Ganarle tiempo al tiempo*" Documento PDF recuperado el 1^o de agosto de 2013 de, http://www.manufacturaweb.com/prnfriend.asp?clave_id=81_26
11. Santos, J.L, Chan, L. P. 2013. Capacitaciones, Defectos y Manejo de costo, Empresa de Empaques Flexibles. Guatemala, Guatemala. Tel.: (502) 59150494

XII. ANEXOS

A. FORMATOS

Figura 6: Formato de check list

No	Fecha	Turno	Código operario	Rodillos		Brazos hidráulicos	Fuerzas de tensión	Interruptor de velocidad	Interruptor de metros	Área limpia		Máquina limpia	
				Limpios	Sucios					Si	No	Si	No
1		D											
		N											
2		D											
		N											
3		D											
		N											
4		D											
		N											
5		D											
		N											
6		D											
		N											
7		D											
		N											
8		D											
		N											
9		D											
		N											
10		D											
		N											
11		D											
		N											
12		D											
		N											

B. DATOS RECOPIRADOS

1. SLT-02 y 05

Tabla 21: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-02.

Actividad	t acumulado	t (min)	m máquina	V	V prom
Ajuste	29.82		47	73	102.25
				100	
				130	
				106	
Deslamiación	40.97	11.15	1308	28	62.00
	45.47	4.5		96	
Cambio de bobina	48.82	3.35	1602	100	100.00
	54.67	5.85			
Pin Hole	56.97	2.3	1853	1	74.67
	62	5.03		49	
				174	
Paro3	65	3	2015	8	71.33
	66	1		87	
				119	
Deslamiación	72	6	2579	37	75.50
	78	6		114	
Deslamiación	78.83	0.83	2619	43	43.00
	81	2.17			
Otro defecto (material arrugado)	81.82	0.82	2628	8	8.00
	83	1.18			
Impresión	84	1	2634	61	82.50
	86	2		104	
Cambio de bobina	93	3	2987	90	79.00
				48	
				103	
				145	
Pin Hole	99	6	3640	20	6.00
	104	5			
Otro defecto (material arrugado)	105	1	3645	60	81.00
	109	4		78	
				105	
Cambio de bobina	116	7	4394	25	25.00
	120.32	4.32			
Otro defecto (material arrugado)	120.42	0.1	4396	1	54.50
	123	2.58		47	
				70	
				100	
Cambio de bobina	138	15	5803	47	79.50
	142	4		63	
				101	
				107	

Continuación Tabla 21: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-02.

Actividad	t acumulado	t (min)	m máquina	V	V prom
Cambio de bobina	155	13	7210	59	86.00
	157	2		73	
				83	
				95	
				101	
				105	
Otro defecto (material arrugado)	169	12	8442	2	2.00
	171	2			
Cambio de bobina	172	1	8445	8	70.00
	176	4		56	
				70	
				79	
				98	
				109	
Cambio de bobina	190	14	9852	35	58.33
	193	3		60	
				80	
Paro 12	195	2	9979		

Tabla 22: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-02 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	V prom
Cuadre	4.62		4356		160	274.43
					202	
					250	
					301	
					325	
					333	
					350	
Cambio bobina	7.97	3.35	5033	677	306	328
	10.33	2.36			350	
Cambio bobina	13.15	2.82	5776	743	350	350
	16.07	2.92				
Paro1	18.83	2.76			15	15
	19	0.17				
Deslamiación	19.22	0.22	6472	696	76	76
	23.6	4.38				
Cambio bobina	24.2	0.6			118	234
	26.35	2.15			350	
Cambio bobina	29.2	2.85	7214	742	350	350
	31.25	2.05				

Continuación Tabla 22: Datos estudio de tiempo toma#1
para SLT-02 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	V prom
Cambio bobina	33.98	2.73	7956	742	154	173
	36.7	2.72			167	
					198	
Impresión	38.9	2.2	8699	743	39	194.5
	41.72	2.82			350	
Cambio bobina	43.4	1.68				
	45.67	2.27			350	
Cambio bobina	48.27	2.6	9408	709	79	191.67
	50.35	2.08			233	
					263	
Cambio	52.68	2.33	9925	517		

Tabla 23: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-02.

Actividad	t acumulado	t (min)	m máquina		V	Vprom
Ajuste	32.42		18600		16	104.8
					106	
					116	
					165	
					121	
Cambio de bobinas	40.57	8.15	20765	2165	53	102.67
	64	23.43			104	
					151	
Paro 1	75	11	22295	1530		

Tabla 24: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-02 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	Vprom	
Cuadre	5.7		8178		34	163.33	
					106		
					350		
Cambio de bobina	11.06	5.36	9580	1402	167	164.71	
					239		
					264		
	304						
	14.71	3.65			44		
					57		
					78		
Impresión	17.21	2.5	12731	3151	20	20.00	
	25.01	7.8					
Paro2	25.26	0.25			350	350.00	
	25.86	0.6					
Cambio de bobina	31.71	5.85			141	218.67	
	34.41	2.7					165
							350
Cambio de bobina	44.28	9.87	15882	3151	129	239.50	
	46.9	2.62			350		
Cambio de bobina	56.78	9.88	19033	3151	56	154.50	
					142		
					157		
	350						
	59.61	2.83			193		
					139		
					124		
				75			
Cambio	68.06	8.45	21344	2311			

Tabla 25: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-02.

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	Vprom	
Ajuste	37.63		25		60	159.43	
					106		
					132		
					148		
					160		
					250		
Cambio de bobina	49.2	11.57	2156		7	57.17	
	61.73	12.53			74		
					86		
					131		
					20		
					25		
Paro1	66.47	4.73	4145	4	53	187.25	
	66.55	0.08			94		
					149		
					165		
					229		
					244		
					261		
					303		
Cambio de bobina	80	13.45	4149		65	217.86	
	86.45	6.45					158
							200
							230
							257
							300
Cambio de bobina	95.8	9.35	6142		73	177.8	
	101	5.2					96
							205
							215
Cambio de bobina	109	8	8132		78	188.14	
	113.82	4.82					85
							175
							205
							211
							227
Cambio de bobina	122	8.18	10128		31	98	
	132.7	10.7					105
							158

Continuación Tabla 25: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-02.

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	Vprom		
Otro defecto (material arrugado)	137	4.3	12127		49	232		
					186			
	274							
	301							
	350							
Cambio de bobina	147	5			20	150		
					57			
	158							
	215							
	300							
Cambio de bobina	160.73	8.73	14116		90	117.86		
					139			
					144			
	164.38	3.65			159			
					187			
					71			
Otro defecto (material arrugado)	169.82	5.43			35	122.6		
					30			
	96							
	131							
	202							
Cambio de bobina	174.5	4.68	16078		154	46.22		
					182.22		7.72	74
								95
	68							
	38							
	57							
	14							
	185.67	3.45			21			
					32			
17								
Paro4	189.2	3.53	16271					

Tabla 26: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-02 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	5.58		3321		19	42.5
					66	
Cambio de bobina	11.5	5.92	3651	330	201	211
	14.98	3.48			205	
					227	
Cambio de bobina	19.67	4.69	4577	926	100	125.25
	21.82	2.15			202	
					111	
					88	
Deslaminación	27.42	5.6	5266	689	12	12
	27.5	0.08				
Deslaminación	30.98	3.48	5282		151	184
	33.42	2.44			217	
Cambio de bobina	34.78	1.36	5500	218	127	128.33
	36.75	1.97			201	
					57	
Otro defecto (material arrugado)	43.67	6.92	6427	927	46	142
	49.95	6.28			238	
Cambio de bobina	51.15	1.2			96	148
	53.37	2.22			200	
Cambio de bobina	58.43	5.06	7348	921	200	212.5
	60.2	1.77			225	
Cambio de bobina	65.18	4.98	8274	926	107	100.25
		67.17			1.99	
	78					
	43					
Otro defecto (material arrugado)	71.22	4.05	9204	930	53	154.5
	75.32	4.1			256	
Cambio de bobina	78.22	2.9			132	168.5
	80.17	1.95			205	
Cambio de bobina	84.58	4.41	10034	830	138	162.67
	86.38	1.8			140	
					210	
Cambio	90.58	4.2	10701	667		

Tabla 27: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-05.

Actividad	t acumulado	t (min)	metros máquina	V	Vprom
Ajuste	31.26		18114	28	171.3
				136	
				350	
Cambio de bobina	39	7.74	20380	99	221.2
	42.32	3.32		153	
				203	
				301	
				350	
Deslaminación	51.4	9.08	22456	33	114.5
	55	3.6		72	
				127	
				226	
Cambio de bobina	59	4	22905	116	281.75
	62.266	3.266		248	
				268	
				293	
				313	
				330	
				336	
				350	
Cambio de bobina	71.2	8.934	25457	110	119
	75.33	4.13		128	
Otro defecto (material arrugado)	78	2.67	25602	111	206.33
	81	3		207	
				301	
Paro6	91	10	28327		

Tabla 28: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-05 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	Vprom			
Cuadre	6.2		11892		107	191			
					218				
					350				
					89				
Otro defecto (material con tape)	11.62	5.42	14294	2402	83	216.5			
	14.87	3.25			350				
Cambio de bobina	19.01	4.14	16696	2402	107	201.666667			
	21.67	2.66			148				
					350				
Cambio de bobina	30.33	8.66	16696	2402	78	207.285714			
					35.01		4.68	114	
								169	
	211								
	44.17	9.16			19098		2402	238	64
								46.63	
350									
Impresión	48.6	1.97	21485	2387	55	179			
					52.01		3.41	73	
								58	
	61.07	9.06			21485		2387	117	245
								64	
Cambio de bobina	72.75	8.75	23886	2401	210	182.5			
					75.92		3.17	235	
	300								
	74								
Cambio de bobina	85.45	9.53	26288	2402	227	151.833333			
					88.57		3.12	329	
								18	
	85								
	155								
174									
199									
220									
Paro	92.01	3.44	26742	454					

Tabla 28: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-05.

Actividad	t acum. (min)	t (min)	metros máquina	m	V	Vprom		
Ajuste	35.43		12996		68	111.67		
					116			
					151			
Cambio de bobina	39.01	3.58	13476	480	115	172.5		
	43.4	4.39			128			
					181			
					266			
Cambio de bobina	48.53	5.13	14159	683	118	183.14		
	50.23	1.7			125			
					158			
					164			
					228			
					239			
					250			
Cambio de bobina	53.97	3.74	14839	680	69	92.5		
	57.25	3.28			116			
Cambio de bobina	63.37	6.12	15498	659	31	139.71		
					66.4		3.03	111
								115
	157							
	66.4	3.03			174			
					188			
202								
Paro1	70.55	4.15	16160	662				

Tabla 30: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-05 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t (min)	m máquina	V	Vprom			
Cuadre	7.38		6108	29	216.25			
				224				
				262				
				350				
Cambio de bobina	16.28	8.9	8489	75	142.25			
	19.5	3.22		137				
				161				
				196				
Impresión	24.98	5.48	11339	31	205.6			
	29	4.02		125				
				205				
				317				
				350				
Cambio de bobina	38.87	9.87		11339	69	113		
					43.32		4.45	96
								102
								105
	130							
							140	
							169	
							93	
Paro2	48.65	5.33	11966					

2. SLT-04

Tabla 31: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-04.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Ajuste	15.58		15		6	6
Otro defecto (se rompe scrap)	16.25	0.67	14		15	15
	17.82	1.57				
Paro2	18.25	0.43			10	10
	18.83	0.58				
Otro defecto (reajuste de bobina)	19.22	0.39			16	16
	23.75	4.53				
Paro4	24.3	0.55	1448		28	189
	24.53	0.23			350	
Cambio bobina	29.48	4.95			28	189
	35.65	6.17				
Cambio bobina	40.5	4.85	1450		30	30
	44.85	4.35				

Continuación Tabla 32: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-04.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Otro defecto (material arrugado)	45.33	0.48	8		10	10
	46.65	1.32			25	
Paro 6	46.9	0.25			350	187.5
	47.37	0.47				
Paro7	51.27	3.9	1197		18	18
	51.58	0.31				
Paro8	52	0.42			23	23
	52.57	0.57				
Cambio	53.05	0.48				

Tabla 33: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-04 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	5.5		3116		25	91.5
					158	
Cambio de bobina	6.75	1.25	3250	134	42	96
	12.38	5.63			150	
Deslaminación	20.01	7.63	3250		150	131.333333
	24.42	4.41			93	
Cambio de bobina	40.78	16.36			151	96
	44.33	3.55			42	
Cambio de bobina	67.5	23.17	3250		150	80
	71.01	3.51			45	
Deslaminación	79	7.99			45	45
	82.87	3.87				
Deslaminación	83.25	0.38	3250		156	156
	86.6	3.35				
Cambio de bobina	101.58	14.98			46	83
	105	3.42			150	
Paro 4	129.38	24.38	3454		53	

Tabla 33: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-04.

Actividad	T acumulado	T	m máquina		V	V prom
Ajuste	13.58		826		100	184.5
					275	
					313	
					50	
Deslaminación	22.67	9.09	3251		20	162
	27.15	4.48			180	
					220	
					229	
Cambio de bobina	31.2	4.05	4040	3	53	150.25
	35.87	4.67	4043	3214	99	
					300	
					149	
Impresión	38.3	2.43	414		59	164.75
	41.55	3.25			225	
					309	
					66	
Impresión	51.72	10.17	3193		28	122
	55.45	3.73			110	
					305	
					45	
Impresión	57.97	2.52	3639		34	162.6
	62.8	4.83			195	
					22	
					257	
Cambio de bobina	65.3	2.5	4700	4700	31	127.333333
	67	1.7			300	
					51	
Deslaminación	75	8	2387		77	224.5
	79	4			255	
					268	
					298	
Cambio de bobina	86	7	4379	4379		

Tabla 34: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-04 (Cambio de Bobina).

Actividad	T acumulado	T	m máquina		V
Cuadre	2.72		160		500
Cambio bobina	5.68	2.96	1300	1140	500
	6.75	1.07			
Cambio bobina	9.9	3.15	1300		500
	11.38	1.48			
Cambio bobina	14.55	3.17	1300		500
	16.28	1.73			
Cambio bobina	19.45	3.17	1300		500
	20.7	1.25			
Impresión	22.5	1.8	802		

Tabla 35: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-04.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Ajuste	11.48		94		5	33
					61	
Paro1	12.61	1.13	800	706	53	69.4
	13	0.39			65	
					70	
					75	
					84	
Deslaminación	14.1	1.1	800	706	40	143.2
	19.02	4.92			118	
					185	
					203	
Deslaminación	25.23	6.21	800	706	170	108.5
	28.98	3.75			26	
Cambio de bobina	29.98	1	800	706	191	166.5
	32	2.02			60	
					73	
					183	
Impresión	34.25	2.25	800	706	350	36
	35.43	1.18			36	
Impresión	35.98	0.55	800	706	5	5
	38.72	2.74			5	
Paro 6	39.2	0.48	800	706	350	177.5
	40.01	0.81			5	
Cambio de bobina	40.57	0.56	800	706	350	350
	43.18	2.61			350	
Deslaminación	43.77	0.59	800	706	5	177.5
	45.33	1.56			350	
Cambio de bobina	48.01	2.68	800	706	350	350
	49.83	1.82			350	
Cambio de bobina	52.52	2.69	800	706	350	350
	53.62	1.1			350	
Cambio de bobina	56.4	2.78	800	706	350	350
	58.48	2.08			350	
Deslaminación	60.01	1.53	640		5	177.5
	62.82	2.81			350	
Cambio de bobina	72.73	9.91	640			

Tabla 36: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-04 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	2.7		543		33	141.5
					250	
Cambio de bobina	4.48	1.78	800	257	400	400
	6.97	2.49				
Cambio de bobina	9.45	2.48	800		400	400
	11.45	2				
Cambio de bobina	13.9	2.45	800		350	350
	17.27	3.37				
Cambio de bobina	19.97	2.7	800		250	250
	24.2	4.23				
Deslaminación	24.87	0.67	800		33	216.5
	28.2	3.33			400	
Cambio de bobina	30.77	2.57			400	400
	33.47	2.7				
Cambio de bobina	35.92	2.45	800		200	200
	41.47	5.55				
Deslaminación	41.97	0.5	800		400	400
	44.27	2.3				
Cambio de bobina	46.3	2.03			400	400
	48.72	2.42				
Cambio de bobina	51.01	2.29	800		400	400
	65	13.99				
Deslaminación	66	1	800		33	216.5
	69	3			400	
Cambio de bobina	70	1			400	400
	73	3				
Paro4	75	2	563			
	76	1				

Tabla 37: Datos estudio de tiempo toma#4 para SLT-04.

Actividad	T acumulado	T	m máquina		V
Ajuste	10.25		536		350
Cambio bobina	13.4	3.15	1500	964	450
	15.3	1.9			
Paro1	19.62	4.32	1500		230
	19.72	0.1			
Cambio bobina	20.18	0.46	29		450
	23.3	3.12			
Cambio bobina	27.27	3.97	1500		450
	30.27	3			
Cambio bobina	34.17	3.9	1500		450
	36	1.83			
Cambio bobina	39.88	3.88	1500		450
	41.63	1.75			
Cambio bobina	45.5	3.87	1500		450
	47.33	1.83			
Cambio bobina	51.18	3.85	1500		450
	52.9	1.72			
Cambio bobina	56.77	3.87	1500		450
	58.7	1.93			
Cambio bobina	62.57	3.87	1500		450
	64.43	1.86			
Impresión	65.73	1.3	418		

Tabla 38: Datos estudio de tiempo toma#4 para SLT-04 (Cambio de Bobina).

Actividad	T acumulado	T	m máquina		V	V prom
Cuadre	3.9		1398	402	11	157
					210	
					250	
Cambio bobina	6.37	2.47	1800		250	250
	7.4	1.03				
Cambio bobina	16.78	9.38	1800		250	250
	17.88	1.1				
Cambio bobina	25.58	7.7	1800		250	250
	27.23	1.65				
Impresión	32.58	5.35	1209		43	146.5
	38.4	5.82			250	
Cambio bobina	49.75	11.35	1619			

Tabla 39: Datos estudio de tiempo toma#5 para SLT-04.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	V
Ajuste	14.33		4	310
Otro defecto (material arrugado)	20.66	6.33		
	22.45	1.79		
Paro2	25.65	3.2		
	26.32	0.67		
Impresión	50.5	24.18		
	54.33	3.83	7933	
Cuadre en bobinas	58.83	4.5	7940	
	66	7.17	7946	
Cambio de bobinas	82	16	11139	

Tabla 40: Datos estudio de tiempo toma#5 para SLT-04 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	2.95		848		21	210.5
					400	
Cambio de bobina	13.12	10.17	4500	3652	350	215.75
					400	
	15.32	2.2			53	
					60	
Cambio	25.43	10.11	3538			

3. SLT-06 Y 07

Tabla 41: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-06.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom		
Ajuste	26.73		3		170	291.25		
					350			
					320			
					325			
Otro defecto (cambio de cuchillas)	36.45	9.72	6529	6526	171	240.50		
	40.58	4.13			310			
Cambio bobina	51.78	11.20			6529	6526	57	157.33
	95.27	43.49					105	
			310					
Paro2	110.67	15.40	3522					

Tabla 42: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-06 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom		
Cuadre	3.3		577		176	176		
Cambio bobina	8.6	5.3	1514	937	250	250		
	11.63	3.03						
Cambio bobina	17.53	5.9	1514		140	140		
	19.63	2.1						
Otro defecto (material arrugado)	20.07	0.44	45		20	20		
	21.75	1.68						
Piel de naranja	22.28	0.53			45		135	154.33
	24.5	2.22					268	
			60					
Cambio	28.52	4.02	906					

Tabla 43: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-06.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Ajuste	17.77				41	98
					155	
Paro1	19.03	1.26			18	18
	19.9	0.87				
Puntos translucidos	20.42	0.52			42	97
	26.17	5.75			152	
Deslaminación	27.62	1.45			189	193
	31.35	3.73			197	
Cambio bobina	34.5	3.15	888		93	129.5
	74.37	39.87			166	
Paro	76.6	2.23	338			

Tabla 44: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-06 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	6.13				51	73
					95	
Cambio bobina	16.75	10.62	850		46	67.33
	22.63	5.88			60	
					96	
Cambio bobina	33.72	11.09	850		52	61.33
	36.82	3.1			72	
					60	
Cambio	44.93	8.11	489			

Tabla 45: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-07.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	V
Ajuste	22.33		4	310
Otro defecto (material arrugado)	28.66	6.33		
	30.45	1.79		
Paro2	33.65	3.2		
	34.32	0.67		
Impresión	58.5	24.18	7933	
	62.33	3.83		
Impresión	66.83	4.5	7940	
	74	7.17	7946	
Cambio de bobinas	90	16	11139	

Tabla 46: Datos estudio de tiempo toma#1 para SLT-07 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	5.97		3139		55	55
Cambio bobina	6	0.03	3142	3	52	198.25
	14.01	8.01			178	
Impresión	23.93	9.92	3244		253	310
	26.95	3.02			310	
Cambio bobina	28.97	2.02			170	170
	35	6.03				
Paro2	35.35	0.35			50	133.33
	36.32	0.97			130	
Otro defecto (material no tensa)	38.22	1.9	2903		220	177.5
	46.43	8.21			130	
Paro 4	50.27	3.84			165	192.5
	51.15	0.88			195	
Impresión	57	5.85			220	200
	59.8	2.8			175	
Cambio bobina	63.42	3.62			210	
					200	

Tabla 47: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-07.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Ajuste	20.87		762		89	210.67
					233	
					310	
Impresión	33.19	12.32	3881		50	50
	34.66	1.47				
Impresión	34.88	0.22	3894	3801	23	171.00
	36.88	2			180	
					310	
Cambio bobina	39.59	2.71	4563		94	125.5
	59.74	20.15			157	
Paro3	69.49	9.75	1187			

Tabla 48: Datos estudio de tiempo toma#2 para SLT-07 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	6.2		227		50	84
					95	
					107	
Paro1	7.53	1.33	940	713	107	131
	7.55	0.02			155	
Cambio de bobina	9.53	1.98	278	991	82	114.666667
	15.68	6.15			114	
					148	
Cambio de bobina	30.52	14.84	1000		73	131
	62.68	32.16			150	
					170	
Impresión	67.5	4.82			160	192.5
	69.58	2.08			225	
Cambio de bobina	71.18	1.6	994		57	141.75
		72.17			0.99	
	189					
	234					
Cambio de bobina	77.95	5.78	994		85	135
	78.62	0.67			185	
Cambio de bobina	84.48	5.86	994		98	156
	85.33	0.85			214	
Paro3	89.83	4.5			67	81
	90.27	0.44			95	
Paro4	90.75	0.48	994		15	52.25
		93.68			2.93	
	100					
	39					
Cambio de bobina	97.5	3.82			47	75.6666667
	100.5	3			70	
					110	
Paro	104.57	4.07	285			

Tabla 49: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-07.

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Ajuste	27.81		12996		68	111.67
					116	
					151	
Cambio de bobina	31.39	3.58	13476	480	115	172.5
	35.78	4.39			128	
					181	
					266	
Cambio de bobina	40.91	5.13	14159	683	118	183.14
	42.61	1.7			125	
					158	
					164	
					228	
					239	
					250	
Cambio de bobina	46.35	3.74	14839	680	69	92.5
	49.63	3.28			116	
Cambio de bobina	55.75	6.12	15498	659	31	139.71
					111	
					115	
					157	
	58.78	3.03			174	
					188	
					202	
Paro1	62.93	4.15	16160	662		

Tabla 50: Datos estudio de tiempo toma#3 para SLT-07 (Cambio de Bobina).

Actividad	t acum. (min)	t	metros máquina	m	V	Vprom
Cuadre	3.73		688		100	205
					310	
Cambio bobina	9	5.27	2291	1603	310	310
	10.95	1.95				
Cambio bobina	18.25	7.3	2291		230	272.33
	19.8	1.55			277	
					310	
Cambio bobina	27.22	7.42	2291		310	265
	29.8	2.58			220	
Deslaminación	34.42	4.62			310	310
	37.5	3.08				
Cambio bobina	40.78	3.28	2291		15	115
	46.25	5.47			20	
					310	
Cambio bobina	54.87	8.62	2291		310	310
	62.47	7.6				
Cambio bobina	69.63	7.16	2291		310	310
	72.17	2.54				
Paro	77.92	5.75	1823			

XIII. GLOSARIO

1. Resinas: Proceso de polimerización de los polímeros en partículas más pequeñas.



2. Pelitizado: Reciclado de residuos o refil obtenidos de los procesos de extrusión, laminación y slitter convertidos en resinas.
3. Aditivos: Productos adicionales agregados durante la mezcla del producto como masterbatch, antiblock y slip, los cuales pueden mejorar o facilitar el trabajo.
4. Core: Rollos elaborados de cartón liso, el cual se realiza el embobinado del material a producir.



5. Masterbatch: Son polímeros altamente cargados con pigmentos, colorantes, ceras dispersantes y otros aditivos para colorear un plástico.



6. Cushion: Adhesivo de doble cara utilizado para adherir dos superficies entre si.
7. Scrap: Residuos o sobrantes producidos dentro del proceso de producción el cual puede ser reciclado y convertido posteriormente en resinas o vendido para reciclaje; dependiendo del material con que se trabaje. Normalmente los residuos metalizados son vendidos y los residuos plásticos no metalizados son reciclados por la misma empresa y convertidos nuevamente en resinas, mediante el proceso de pelletizado.