

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



**Optimización del proceso de producción de Anatek
Electronics, en el área de empaque y strip & tin**

Trabajo de graduación presentado por Emely Marissa Álvarez Pacheco para optar
el grado de Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala

2012

**Optimización del proceso de producción de Anatek
Electronics, en el área de empaque y strip & tin**

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

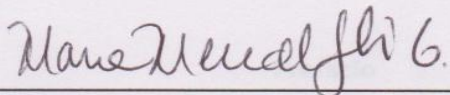
**Optimización del proceso de producción de Anatek
Electronics, en el área de empaque y strip & tin**

Trabajo de graduación presentado por Emely Marissa Álvarez Pacheco para optar
el grado de Licenciada en Ingeniería Industrial


Guatemala

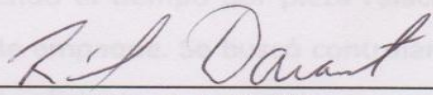
2012

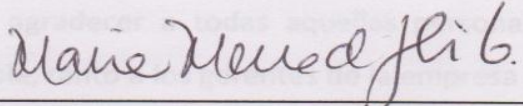
Vo. Bo.:

(f) 
Ingeniera María Mercedes Zaghi

Tribunal examinador:

(f) 
Ingeniera Ingrid de León

(f) 
Licenciado Raúl Dacaret

(f) 
Ingeniera María Mercedes Zaghi

Fecha de aprobación: Guatemala, 13 de junio de 2012

Prefacio

El siguiente trabajo de graduación es el resultado de una meta planteada hace varios años. Con el presente trabajo culmina una etapa muy importante en mi vida, dando inicio a nuevas metas por cumplir. Este trabajo es producto de gran esfuerzo y perseverancia, tanto de mi parte como de las personas que ayudaron y contribuyeron a que este se llevara a cabo de forma exitosa.

La razón por la cual se decidió realizar este proyecto como trabajo de graduación es para solucionar la necesidad de mejorar el tiempo ineficiente de producción, disminuyendo el tiempo por pieza relacionado con el proceso de corte y pelado de alambre y de empaque. Se buscó controlar estas actividades para lograr que los procesos fueran más eficientes.

Quisiera agradecer a todas aquellas personas que ayudaron a que este proyecto fuera posible, tanto a los gerentes de la empresa como a los mismos operarios que cooperaron conmigo, y a todos los profesores de mi casa de estudios que compartieron conmigo todos sus conocimientos y contribuyeron a mi educación.

Tabla de contenido

Prefacio	v
Tabla de contenido	vi
Lista de Ilustraciones.....	ix
Lista de tablas	x
Resumen	xi
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes de la empresa	2
III. Planteamiento.....	3
A. Pieza 35218:.....	3
B. Pieza 34744:.....	4
IV. Objetivos	6
A. Generales	6
B. Específicos.....	6
V. Especificaciones de las pieza.....	7
A. Pieza 35218	7
B. Pieza 34744	8
VI. Marco teórico.....	9
A. Importancia del trabajo efectivo	9
B. Proceso creativo.....	10
C. Diagrama de procesos.....	10
D. Diagrama bimanual.....	11
E. Estudio de tiempos	12
VII. Análisis y diseño	14
A. Descripción del proceso actual	14
1. Pieza 35218	14
a. Diagrama de procesos.....	14

b.	Análisis crítico	16
c.	Diagrama bimanual	18
d.	Estudio de tiempos	19
2.	Pieza 34744	20
a.	Diagrama de procesos.....	20
b.	Análisis crítico	22
c.	Diagrama bimanual	24
d.	Estudio de tiempos	25
B.	Propuesta	26
1.	Pieza 35218.....	26
2.	Pieza 34744.....	27
C.	Diseño y materiales.....	27
1.	Proceso creativo pieza 35218.....	27
2.	Proceso creativo pieza 34744.....	32
VIII.	Análisis de resultados	36
A.	Pieza 35218.....	36
1.	Diagrama de procesos.....	36
2.	Diagrama bimanual.....	38
3.	Estudio de tiempos	40
4.	Material.....	42
5.	Análisis de costos / financiero	43
a.	Retrasos de envío.....	43
b.	Salario..	44
c.	Ganancia..	44
d.	Fabricación de herramienta/prototipo.....	45
e.	Flujo de caja	46
6.	Análisis gráfico tiempo estándar.....	47
B.	Pieza 34744	48

1.	Diagrama de procesos.....	48
2.	Diagrama bimanual.....	50
3.	Estudio de tiempos	52
4.	Material.....	54
5.	Análisis de costos / financiero	54
a.	Posibles pérdidas.	55
b.	Salarios.....	55
c.	Ganancia..	56
d.	Fabricación de herramienta/prototipo	56
e.	Flujo de caja	57
6.	Análisis gráfico tiempo estándar.....	58
IX.	Manejo de la resistencia al cambio.....	59
X.	Conclusiones	60
XI.	Recomendaciones.....	62
XII.	Bibliografía	63
XIII.	Apéndice	64

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Pieza # 35218	4
Ilustración 2: Pieza # 34744	5
Ilustración 3: Dimensiones 35218.....	7
Ilustración 4: Terminales y conexiones 35218.....	7
Ilustración 5: Terminales 34744.....	8
Ilustración 6: Transformador interior	8
Ilustración 7: Diagrama de proceso empaque 35218 método actual	14
Ilustración 8: proceso de empaque método actual	17
Ilustración 9: Diagrama de proceso 34744 método actual.....	20
Ilustración 10: proceso de pelado y corte de alambre método actual.....	23
Ilustración 11: Lluvia de ideas proceso creativo 35218	28
Ilustración 12: Herramienta propuesta 35218 con partes identificadas	30
Ilustración 13: Propuesta del ciclo de operación 35218.....	30
Ilustración 14: Dimensiones herramienta propuesta 35218	31
Ilustración 15: Lluvia de ideas proceso creativo 34744	32
Ilustración 16: Herramienta propuesta 34744	34
Ilustración 17: Propuesta del ciclo de operación 34744.....	34
Ilustración 18: Dimensiones herramienta propuesta 34744	35
Ilustración 19: Diagrama de proceso 35218 método propuesto.....	36
Ilustración 20: Gráfica comparativa tiempo estándar 35218	47
Ilustración 21: Diagrama de procesos 34744 método propuesto	48
Ilustración 22: Gráfica comparativa tiempo estándar 34744	58
Ilustración 23: case 35218-50	64
Ilustración 24: Insert CBL-256-6.....	64
Ilustración 25: Pin de alambre # 16	64
Ilustración 26: Resina fenólica	65

Lista de tablas

Tabla 1: Calificación del operario para el estudio de tiempos.....	13
Tabla 2: Resumen diagrama de procesos 35218 actual	15
Tabla 3: Análisis crítico 35218.....	16
Tabla 4: Diagrama bimanual pieza 35218 método actual	18
Tabla 5: Estudio de tiempos 35218 método actual	19
Tabla 6: Resumen diagrama de procesos 34744 método actual.....	21
Tabla 7: Análisis crítico 34744.....	22
Tabla 8: Diagrama bimanual para el corte de alambre del # de pieza 34744 método actual.....	24
Tabla 9: Estudio de tiempos pieza # 34744 método actual.....	25
Tabla 10: Resumen diagrama de procesos 35218 método propuesto.....	37
Tabla 11: Diagrama bimanual 35218 método propuesto.....	38
Tabla 12: Tabla comparativa diagrama bimanual 35218.....	39
Tabla 13: Estudio de tiempos 35218. Método propuesto	40
Tabla 14: Tabla comparativa estudio de tiempos 35218.....	42
Tabla 15: Resumen de utilidad mensual 35218.....	43
Tabla 16: Resumen de pérdidas mensuales 35218.....	43
Tabla 17: Costo de fabricación de la herramienta 35218	45
Tabla 18: Flujo de caja mensual 35218.....	46
Tabla 19: Resumen diagrama de procesos 34744	49
Tabla 20: Diagrama bimanual 34744 método propuesto.....	50
Tabla 21: Tabla comparativa diagrama bimanual 34744.....	51
Tabla 22: Estudio de tiempos 34744 método propuesto	52
Tabla 23: Tabla comparativa estudio de tiempos 34744.....	53
Tabla 24: Resumen de utilidad mensual 34744.....	54
Tabla 25: Resumen de pérdidas mensuales 34744.....	55
Tabla 26: Costo de fabricación de la herramienta 34744	56
Tabla 27: Flujo de caja mensual 34744.....	57
Tabla 28: Costos mensuales 35218 método actual	66
Tabla 29: Costos mensuales 35218 método propuesto	67
Tabla 30: Costos mensuales 34744 método actual	68
Tabla 31: Costos mensuales 34744 método propuesto	69

Resumen

El trabajo presentado a continuación consiste en la implementación de métodos para el ahorro de tiempo y mejora de calidad en el área de producción y empaque. Se tomó una pequeña muestra de componentes electrónicos para su análisis de fabricación y empaque, y se utilizaron conceptos de ingeniería de métodos para encontrar oportunidades para agilizar el trabajo. Con este proceso se espera reducir costos y terminar el proceso de producción en el menor tiempo posible. El trabajo se llevó a cabo en una empresa guatemalteca que se dedica a la fabricación de componentes electrónicos.

La empresa patrocinadora proporcionó las especificaciones del producto a fabricar y los recursos necesarios para construir un prototipo para las dos piezas con mayor demanda.

En este trabajo se presenta el proceso de diseño y desarrollo de herramientas propuestas para la implementación del área de empaque y strip and tin, que incluyó dimensionamiento de las piezas, y fabricación de los prototipos. Se evaluó el funcionamiento mediante análisis de eficiencia por medio de toma de tiempos, análisis de ahorro de material, análisis gráficos del antes y el después de las herramientas. Finalmente se realizó un análisis de costos del proyecto.

I. Introducción

Utilizando como base la ingeniería de métodos que permite a las empresas enfrentarse a la competencia mundial, buscando oportunidades de mejora por medio de análisis efectivos, se proponen herramientas de trabajo que serán de gran ayuda para la mejora de la producción, ayudando al operario a conocer nuevas formas de agilizar el trabajo manteniendo la misma calidad con herramientas de trabajo más precisas; logrando eliminar algunas actividades que no agregan valor o significan una pérdida de tiempo.

El proyecto presenta el diseño y manufactura de herramientas propuestas para la implementación del área de empaque y strip and tin para uso de forma continua, rápida, precisa y segura.

También se presentan diagramas de flujo de los procesos para poder registrar las actividades no productivas de la operación; diagramas bimanuales para identificar movimientos innecesarios; estudio de tiempos del antes y el después para identificar el tiempo de mejora. Finalizando con un análisis de costos para poder determinar si las herramientas y métodos implementados son rentables para la empresa.

II. Antecedentes de la empresa

Anatek Electronics, anteriormente conocido como Coast ACM, produce componentes aeroespaciales, principalmente chips e inductores, los cuales son una parte muy importante de tarjetas electrónicas las cuales se colocan dentro de sistemas de radio comunicación de aviones o satélites. El propósito de estos componentes es complementar la parte electrónica de la Tecnología y permitir la comunicación de un lugar a otro.

El objetivo principal de la compañía es ser líder en la manufactura de componentes electrónicos, proveyendo productos y servicios de alta calidad superando las expectativas del cliente e incrementando la distribución a nivel mundial.

Generalmente hay órdenes de pedido cada semana de diferentes clientes. Este trabajo de graduación se enfoca en analizar y mejorar las dos piezas con mayor demanda a nivel corporativo.

Cada producto lleva un proceso de manufactura, el cual pasa por diferentes departamentos; ensamble, inspección, strip and tin (corte y pelado) de alambre, pegamento, testing, inspección de nuevo para comprobar que ya terminado el proceso la pieza cumpla con los requerimientos y por último empaque. Este proceso se realiza con toda la producción.

Todo el material para trabajo es importado desde Estados Unidos, se envía el material junto con las especificaciones del trabajo a realizar, pues las oficinas de ventas se encuentran en Estados Unidos, Guatemala se enfoca solamente en producir.

III. Planteamiento

En una empresa guatemalteca se desea aumentar la producción, mediante la implementación de herramientas que permitan facilitar el proceso de empaque y strip and tin (corte y pelado de alambre), haciendo más confiable el proceso.

A continuación se presentan ambas piezas estudiadas con el problema encontrado:

A. Pieza 35218:

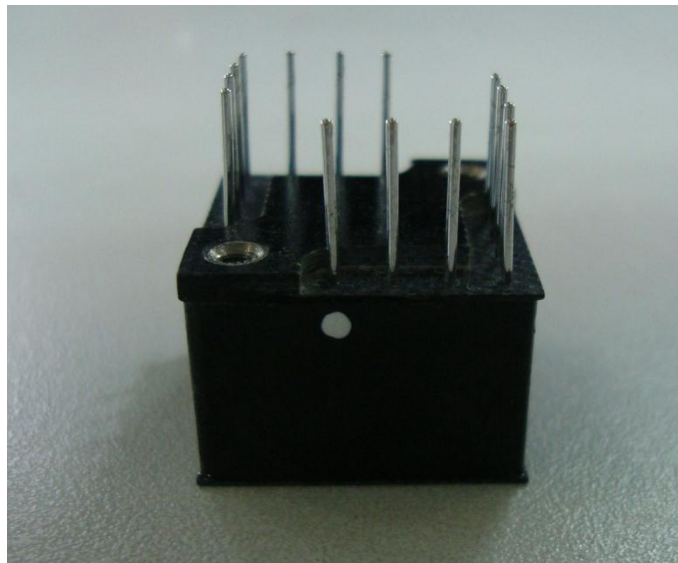
En el área de transformadores se tomará como primer elemento de prueba el número de parte 35218 el cual está formado por: 1 core 35218-10, 2 insert CBL-256-6, 14 wire TC (#22). Al empacar este número de pieza se necesita insertar las terminales en una plancha de duroport gruesa para asegurar la protección de las mismas. Las terminales de la piezas son de alambre calibre #22 por lo que al insertarla a la plancha de duroport, muchas veces se deforman al aplicar demasiada presión.

Debido a la delicadeza con la que debe tratarse este tipo de piezas con terminales delgadas, la forma de empacarlas es tomar la pieza, presionarla ligeramente sobre el duroport a modo que deje una leve marca, para después introducir un palillo en cada una de las marcas dejadas por las terminales, logrando de esta manera abrir los agujeros antes de introducir la pieza; evitando así esfuerzos sobre las terminales de la misma. A continuación de tener los agujeros listos se introduce la pieza y se sigue con este procedimiento para empacar todas las piezas del lote, luego de estar incrustadas las piezas en el duroport se les coloca otra plancha de duroport encima y se sellan las dos planchas con cinta transparente de embalaje.

Este procedimiento significa una gran pérdida de tiempo al tener que perforar cada uno de los catorce agujeros necesarios para las terminales y luego introducir la pieza. Con lotes de hasta 500 piezas el tiempo de empaque supera el tiempo designado para la actividad.

La persona encargada de empaque tarda alrededor de 17 segundos en promedio solamente para realizar la marca, agujerear e introducir una de estas piezas; para un lote de 500 el tiempo de empaque es de alrededor de 2 horas y 25 minutos

Ilustración 1: Pieza # 35218



B. Pieza 34744:

En el área de strip and tin (corte y pelado de alambre) se trabaja con el número de pieza 34744 que consta de un transformador y tres terminales de alambre a cada lado de los transformadores. En el área de ensamble las piezas resultan con terminales de largo 4.25, 4.75 y 4.50", esto se debe al número de vueltas que se le da al transformador. Sin embargo por especificaciones, la longitud de las terminales debe ser exactamente igual de 1.50".

El problema al trabajar con estas piezas es la falta de eficiencia, ya que no existe un método adecuado de corte. El proceso se lleva a cabo de manera manual y sin un

proceso estandarizado. Los operadores deben medir el alambre para saber a qué longitud cortarlo, ya que como se mencionó la distancia es muchas veces variable. Para cortarlo a la longitud deseada se marcan las medidas deseadas sobre una paleta de madera, se pega la paleta a la mesa de trabajo y se utiliza a modo de regla. Teniendo el largo deseado se procede a cortar el largo de los alambres; esto debe hacerse de ambos lados de la pieza. El tiempo promedio que tarda el operario en cortar los seis alambres a una misma longitud es de 26 segundos por pieza. Por lo que para un lote de 500 piezas el tiempo promedio es de 3 horas con 36 minutos.

Ilustración 2: Pieza # 34744



El principal problema en ambos casos es el método que se está utilizando para realizar el trabajo, ya que es muy poco eficiente y consume demasiado tiempo del operario concentrado en un solo lote de trabajo, lo que implica mayor tiempo de espera para el cliente. El proceso de cada una de las piezas de esta empresa es un proceso dependiente (cada proceso depende del anterior, no se puede trabajar de forma paralela), si el operario tarda alrededor de 3 horas por lote de 500 piezas, el tiempo de entrega se va alargando.

Es importante hacer énfasis en los métodos de trabajo, ya que un ajuste puede significar un gran cambio; ahorro de tiempo y precisión, el cual finalmente beneficia a todo el proceso.

IV. Objetivos

A. Generales

- Diseñar, construir e implementar herramientas de mejora en el área de producción.

B. Específicos

- Ahorrar como mínimo un 25% de tiempo en el área de strip & tin con el uso de las nuevas herramientas.
- Ahorrar como mínimo un 30% del tiempo haciendo uso de las nuevas herramientas en el área de empaque.
- Ahorrar un 10% del material que se utilizaba con los métodos antiguos, tanto en el área de empaque como en el área de strip & tin.
- Disminuir los retrasos de envío en un 5%.

V. Especificaciones de las pieza

A. Pieza 35218

Ilustración 3: Dimensiones 35218

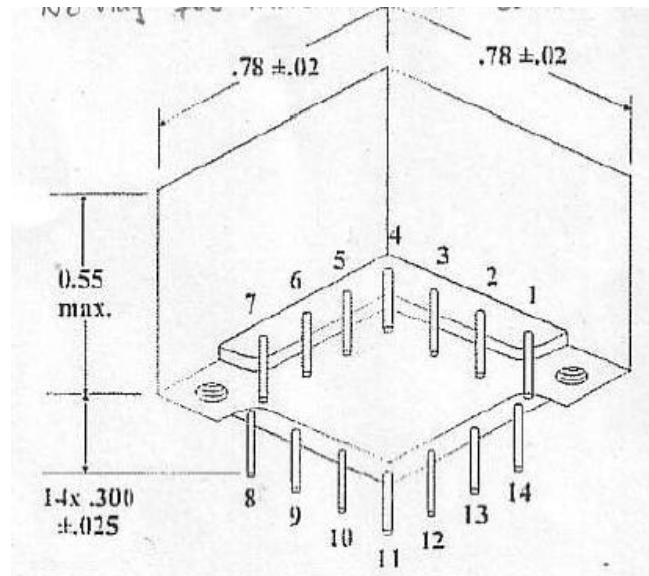
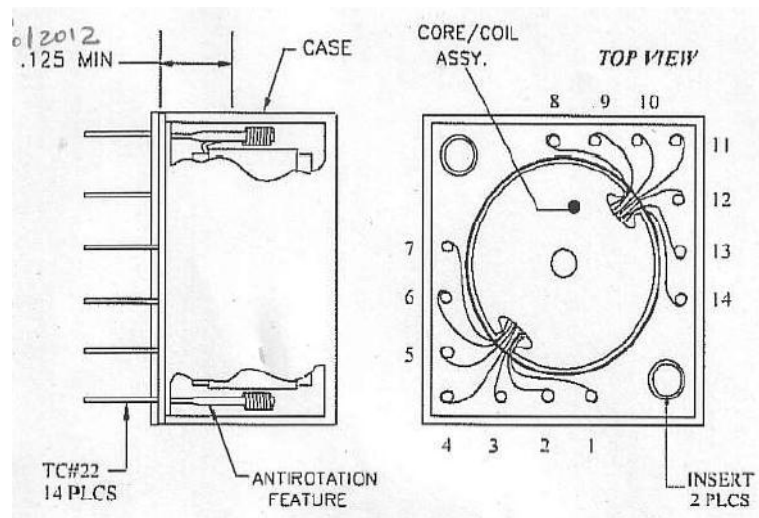


Ilustración 4: Terminales y conexiones 35218



B. Pieza 34744

Ilustración 5: Terminales 34744

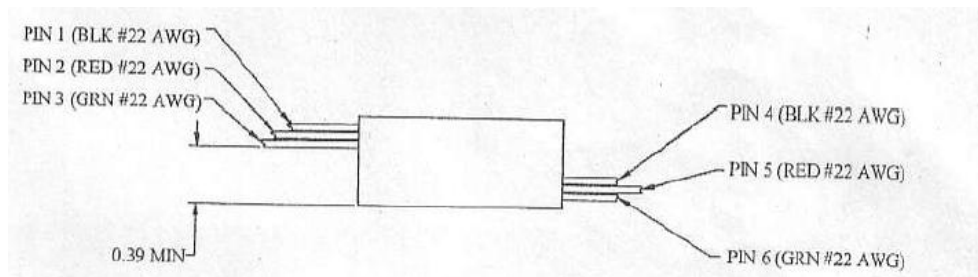
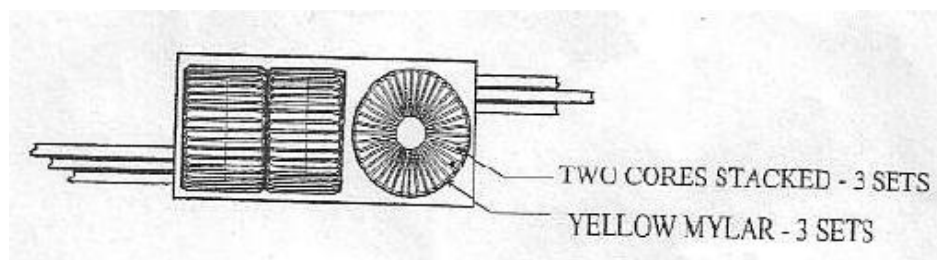


Ilustración 6: Transformador interior



VI. Marco teórico

A. Importancia del trabajo efectivo

El trabajo efectivo es aquel en el que se aprovecha el tiempo disponible para producir más y se reducen al máximo los momentos de ineficiencia o pérdida de tiempo, para lograr esto es importante contar con un buen equipo de trabajo y encontrar formas de aprovechar el tiempo al máximo para aumentar la productividad y la producción.

El trabajo en equipo es sumamente importante para el desarrollo de cualquier proyecto ya que al trabajar con varias personas que conocen del tema se vuelve todo más efectivo al momento de brindar ideas que beneficien o aporten al proyecto, de esta manera la toma de decisiones es la óptima y se obtienen los mejores resultados al contar con retroalimentación de las personas involucradas directamente en el proyecto. Es muy importante tomar en cuenta la opinión de las personas con más experiencia ya que contribuyen al resultado final.

Generalmente el equipo de trabajo es formado por dos o más personas con conocimientos y habilidades similares con un objetivo en común, pero se necesita de un compromiso por parte de todos los que participan para poder llegar a la meta.

Es necesario ir a la fuente a recopilar información, trabajar directamente con los operarios que se relacionan con el producto para pedir su opinión sobre las nuevas formas de trabajo, escuchar sus propuestas de mejoras y cambios ya que al final del día son ellos quienes utilizan las herramientas y es importante poder tomar en cuenta su opinión al diseñar nuevas herramientas de trabajo, logrando así un excelente trabajo en equipo efectivo, teniendo como meta la mejora continua satisfaciendo las necesidades de la empresa.

B. Proceso creativo

El proceso creativo está conformado por varias fases dentro de las cuales se puede mencionar preparación, lluvia de ideas, planear, proyectar y construir o ejecutar. En la etapa de preparación se observa el medio al cual se desea analizar, logrando descubrir alguna necesidad de cambio. En la etapa de lluvia de ideas, las personas involucradas discuten sobre las necesidades encontradas y proponen soluciones, de las cuales después se elige la mejor opción separando las ideas que funcionan para el proyecto de las que no se desean aplicar. Luego se realiza un plan de trabajo, en donde se analizan los materiales a utilizar y la manera en que se llevará a cabo el proceso creativo, se proyecta la solución por medio de dibujos, planos o maquetas llegando por último a la fase de construcción en la cual se lleva a la vida real la idea inicial por medio de materiales y procesos productivos.

Estas etapas se realizan una y otra vez, no es necesario contar con un orden jerárquico estricto, ya que estas etapas pueden aparecer varias veces durante el proceso creativo en distinto orden a medida que se vaya avanzando en el mismo, sin embargo es importante tener una idea clara de las etapas a las cuales se le desea dar mayor énfasis para lograr un avance rápido en el proyecto.

C. Diagrama de procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. Es útil contar con un diagrama de flujo de procesos de las operaciones ya que permite registrar los costos no productivos de la operación, una vez identificados estos costos o actividades no productivas, tales como transporte largo o retrasos, se pueden tomar las respectivas medidas para minimizarlas.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Este diagrama toma en cuenta el proceso en general, desde la recolección de la materia prima hasta el almacenaje del producto.

D. Diagrama bimanual

El diagrama bimanual se usa en tareas que son muy repetitivas, con el fin de analizar y mejorar dicha operación; identificando los movimientos ineficientes, tratar de eliminarlos o de reducir su participación en el trabajo y cambiarlos por movimientos eficientes haciendo así, una operación en donde ambas manos estén bien balanceadas en cuanto a movimientos.

Para la construcción de un diagrama de operaciones bimanual se debe tener presente los siguientes criterios:

- Estudiar las operaciones varias veces.
- Llevar el registro de una mano a la vez.
- Registrar unos pocos símbolos cada vez.
- Es conveniente empezar la construcción del diagrama con la operación de recoger o depositar la pieza.
- Comenzar a anotar la mano que actúa primero o la que tenga mas trabajo y luego la otra.

En este caso se utilizó el diagrama bimanual ya que es una herramienta que permite analizar los movimientos estrictamente manuales del operador, se puede tener una idea muy clara de todos los movimientos realizados por la mano izquierda y

derecha, incluyendo reposos o momentos en los que alguna mano no realiza ningún trabajo útil. Para esta investigación es importante observar la relación que existe entre ambas manos al realizar este tipo de tarea ya que es completamente manual, y nos permitirá encontrar los momentos de ineficiencia para poder eliminarlos, ya que el tipo de trabajo que llevan a cabo los operarios es muy repetitivo, es posible analizar y mejorar el trabajo de los mismos con un diagrama bimanual, de esta manera se puede llegar a obtener una operación mucho más relajada y eficiente, evitando la fatiga del operador.

E. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos permite identificar con exactitud el tiempo que se toma el llevar a cabo una operación, ya que se basa en un determinado número de observaciones y la toma del tiempo de las mismas con ayuda de un cronómetro o cualquier otra técnica de medición de trabajo. El observador debe registrar cada actividad y el tiempo que toma llevarlas a cabo durante varias observaciones, para luego obtener un promedio de tiempo ya con esto y la respectiva calificación del operario, la cual queda a discreción del observador ya que él puede medir el esfuerzo del operario, se puede obtener el tiempo estándar que toma cada actividad e identificar de esta manera cuáles son las actividades que están tomando más tiempo, para poder reducirlo si fuera posible de manera eficiente sin afectar la calidad del trabajo.

Este método es muy útil para operaciones repetitivas ya que permite establecer un estándar de tiempo. Esta técnica indica cuánto tiempo tomó en realidad la actividad, pero no cuánto debió haber tardado, ya que esto se puede modificar a manera de observando los resultados, buscar formas de volver el trabajo más eficiente.

Tabla 1: Calificación del operario para el estudio de tiempos

Criterios	Nivel 1 90%	Nivel 2 95%	Nivel 3 110%
Ritmo de producción	No muestra interés por trabajar de manera más rápida, el ritmo es lento y desganado.	Trabaja a un ritmo normal, bajo condiciones normales.	Busca trabajar de manera rápida sin perder tiempo.
Retrasos inevitables	Ante un retraso inevitable, no busca recuperar el tiempo.	Recupera el tiempo perdido en algún retraso inevitable de manera estándar, sin apresurarse.	Reacciona rápidamente y busca una solución para recuperar el tiempo perdido de manera eficaz
Retrasos evitables	No muestra interés por evitar cometer errores o avisar a su superior al darse cuenta de un error.	Observa para evitar errores, y al cometer alguno lo notifica.	Intenta evitar errores, es muy observador y cuidadoso, pierde la menor cantidad de tiempo posible.
Producción Total	No cumple con la demanda diaria de trabajo, pierde demasiado tiempo.	Cumple con la demanda diaria, trabaja a un ritmo normal.	Supera la demanda diaria, y siempre busca en que más aprovechar su tiempo.

VII. Análisis y diseño

A. Descripción del proceso actual

1. Pieza 35218

a. Diagrama de procesos

Ilustración 7: Diagrama de proceso empaque 35218 método actual

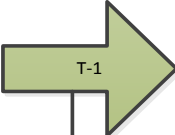

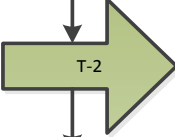





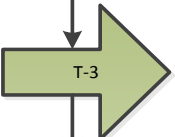

Tiempo Estándar por lote	Operación	Descripción
11.79 segundos		El operario se transporta a la bodega de material
12.53 segundos		El operario busca el duroport en la bodega
11.56 segundos		El operario transporta el material a su lugar de trabajo
8.26 segundos		Corta el duroport al tamaño necesario
3 segundos		Apila las planchas de duroport
8,465 segundos		Empieza el empaque de piezas
10.02 segundos		Revisa la plancha de duroport con las piezas ya insertadas para verificar la cantidad de piezas por plancha
20.07 segundos		Sella e identifica el empaque
10.72 segundos		Transporta el empaque
4.5 segundos		Almacena el empaque en bodega de producto terminado

Tabla 2: Resumen diagrama de procesos 35218 actual

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	3	8,557.45 segundos 142.62 minutos 2.37 horas
Transporte	3	
Inspección	1	
Almacenamiento	1	
Retrasos	2	

El operario pierde una gran cantidad de tiempo al ir por todos los materiales que necesita para empacar a la bodega de materia prima, ya que los materiales se deben buscar y no están a la mano, se debe hacer un recorrido que consume tiempo del operario.

Por lo que se recomienda colocar los materiales en el área de trabajo listos para empezar a trabajar desde un día anterior, ya que se sabe que todos los días viernes es día de envío, y las personas de DHL llegan alrededor de las 3:30 pm a recoger el pedido. Se podría entonces evitar utilizar este tiempo el día viernes, y dejar todo listo desde el día jueves si acaso no se contara con espacio para mantener la materia prima en el lugar de trabajo de manera permanente.

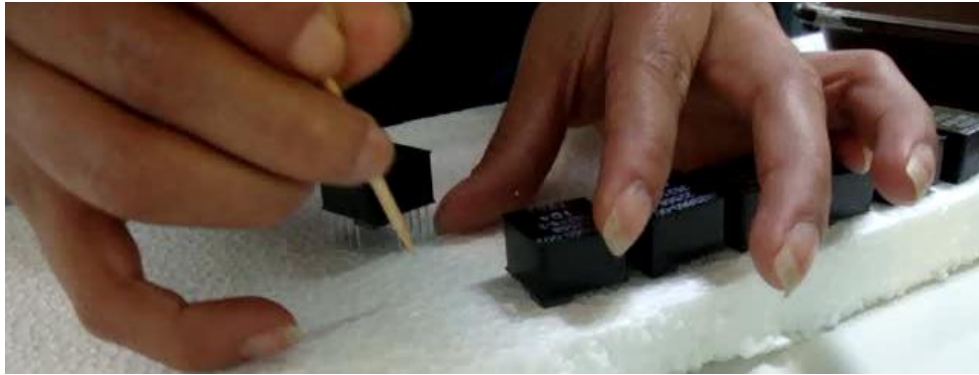
b. Análisis crítico

O-2 Realiza el empaque de piezas

Tabla 3: Análisis crítico 35218

Pregunta	Análisis	Resultado/mejora
¿QUÉ?	Empaque de piezas # 35218, para su envío al extranjero	
¿DÓNDE?	En el área de empaque de la empresa Anatek Electronics, sobre una mesa de trabajo	
¿CUÁNDO?	Luego de la inspección final, al estar terminado el lote entero de piezas, listo para ser empacado y enviado	
¿QUIÉN?	Operarios con experiencia que no corran el riesgo de dañar las piezas empacandolas de manera violenta o descuidada	
¿CÓMO?	El operario toma una pieza, con la cual hace una leve presión sobre el duroport para dejar la marca de las terminales, la cual le sirve posteriormente para introducir el palillo y formar de esta manera los agujeros en la posición exacta para introducir la pieza, evitando doblar o fracturar las terminales de alambre delgado. Este procedimiento se repite con cada una de las piezas del lote	Se recomienda que el operario utilice una herramienta que le permita hacer todos los agujeros a la misma vez, y que los deje a la medida exacta necesaria para introducir la pieza sin necesidad de abrir uno a uno los agujeros, evitando así perder tiempo de trabajo efectivo

Ilustración 8: proceso de empaque método actual



Discusión:

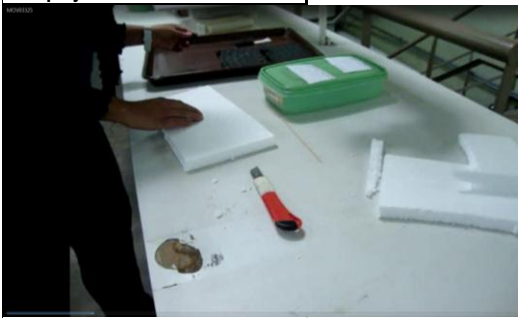
El proceso de empaque cuenta con métodos de trabajo bastante ineficientes, lo que finalmente perjudica a la empresa, ya que le causa pérdidas por retraso de hasta un 17% (dato brindado por la empresa) y es necesaria una mayor cantidad de operarios concentrados en esta área ya que el tiempo que tardan por empaque de lote es bastante al igual que la demanda, lo que significa mayores costos de producción para la empresa. Por lo que es recomendable implementar una herramienta de trabajo que permita ahorrar tiempo de producción, eliminando momentos de trabajo inefectivo.

Conclusión:

La herramienta le dará la oportunidad al operario de trabajar de manera más rápida y a la vez segura para las terminales de la pieza, lo que permite que la empresa concentre menos mano de obra en esta área y la pueda reubicar a su necesidad.

c. Diagrama bimanual

Tabla 4: Diagrama bimanual pieza 35218 método actual


operación: empaque de una pieza	Parte: 35218	Resumen:		mano izquierda	mano derecha
Nombre y número de operario: I. A.		Tiempo efectivo		2.84	35.125
Analista: Emely Alvarez	Fecha: 06-02-12	Tiempo no efectivo		38.76	6.475
		Tiempo de ciclo		41.6 segundos	
Bosquejo:					
					
Descripción de la mano izquierda	símbolo	tiempo	tiempo	símbolo	Descripción de la mano derecha
espera	UD	5.8	1.39	S	busca la navaja
			1	G	sujeta la navaja
			3.41	M, P	mueve al lugar de trabajo
sostiene el duroport	H	11.7	11.74	PP, U, RL	corta duroport
toma pieza	G, M	2.84	2.84	H	sostiene duroport
sostiene el duroport	H	21.2	3.16	G, PP, U	marca el duroport con la pieza
			2.69	M, RL	devuelve la pieza
			2.05	G, M, PP	toma el palillo
			9.22	U, RL	hace los agujeros de la marca
			2.48	G, M	toma la pieza
			1.62	P, A, RL	inserta la pieza en la plancha de duroport

La mano izquierda no está siendo utilizada de manera productiva la mayoría del tiempo, ya que la mano derecha es la que hace casi todo el trabajo mientras que la mano izquierda solamente espera o sostiene el duroport.

Se recomienda aprovechar ambas manos, para evitar los momentos de trabajo ineficiente, logrando de esta manera que todo el trabajo realizado sea útil para el producto final. Se podría manipular las piezas con la mano izquierda mientras que se utiliza la herramienta con la mano derecha, logrando así trabajar más rápido.

d. Estudio de tiempos

Tabla 5: Estudio de tiempos 35218 método actual

Fecha de realización:	08/02/2012	Proceso:	Empaque método actual		
Estudio No:	1	Producto:	# de pieza 35218		
Ilustración:					
Actividad	Busqueda de material para empaque	Corte de planchas de duroport	Hacer marcas con la pieza	Hacer los agujeros para la pieza	Insertar la pieza en el duroport
	1	2	3	4	5
Observación	Tiempo individual (segundos)	Tiempo individual	Tiempo individual	Tiempo individual	Tiempo individual
1	41.79	12.75	6.69	13.11	2.72
2	39.67	10.56	5.17	12.16	3.7
3	40.07	12.03	3.34	10.69	2.01
4	39.81	12.07	3.9	10.12	2.39
5	38.02	11.84	3.63	11.3	2.45
6			4.08	12.33	1.18
7			3.6	10.56	3.38
8			3.14	11.98	3.28
9			3.2	12.75	2.34
10			3.17	12.71	2.23
11			2.76	11.89	1.78
12			3.02	12.06	2.03
13			3.15	12.65	1.92
14			2.58	10.97	2.49
15			2.84	11.09	2.53
16			2.95	11.67	2.37
17			2.47	11.92	2.95
18			3.58	12.78	2.87
19			3.74	12.65	1.26
20			3.82	12.41	2.18
Totales	199.36	59.25	70.83	237.8	48.06
No. de observaciones	5	5	20	20	20
Promedio	39.87	11.85	3.54	11.89	2.40
Calificación del operario	90%	95%	95%	95%	95%
Tiempo estándar	35.88	11.26	3.36	11.30	2.28

La mayoría del tiempo en el procedimiento de empaque se concentra en la búsqueda y preparación de material, como también en la perforación de agujeros en el duroport para luego insertar la pieza en el mismo. Se recomienda utilizar las herramientas propuestas para ahorrar tiempo en la perforación individual de agujeros.

2. Pieza 34744
a. Diagrama de procesos

Ilustración 9: Diagrama de proceso 34744 método actual

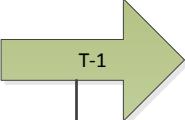

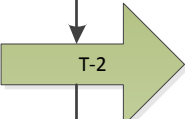


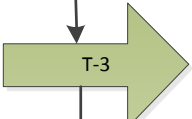

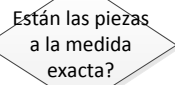
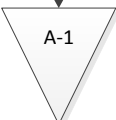
Tiempo Estándar por lote	Operación	Descripción
12.84 segundos		El operario se transporta a la estantería de producto en espera
10.56 segundos		El operario busca y toma el lote que corresponde de trabajo
10.12 segundos		El operario transporta el lote de piezas a su lugar de trabajo
13,265 segundos		El operario corta las terminales de las piezas a la medida necesaria
89.78 segundos		Ordena todas las piezas en la bandeja
3.5 segundos	 no	Le pasa la bandeja a su compañero de inspección
4,896 segundos		Otro operario inspecciona que todas las piezas estén con el corte a la medida exacta
		Si hay alguna pieza que tiene las terminales más largas de lo especificado, se regresa a O-2
7.01 segundos	 si	Almacena en la estantería de producto terminado

Tabla 6: Resumen diagrama de procesos 34744 método actual

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	2	18,294.81 segundos 304.91 minutos 5.08 horas
Transporte	3	
Inspección	1	
Almacenamiento	1	
Retrasos	1	
Decisiones	1	

Existe un retraso evidente cuando el operario, luego de cortar todas las terminales a las medidas necesarias, el operario pierde su tiempo ordenándolas en la bandeja, ya que al terminar de cortar las terminales de una pieza solo la pone a un lado en lugar de ir las colocando de una vez en la bandeja.

Se recomienda ir colocando las piezas en la bandeja una por una inmediatamente después de cortarlas las terminales, se evitará perder tiempo al final, ya que no deben estar impecablemente ordenadas en la bandeja, solamente se deben colocar todas a la vez de forma de que ninguna pueda caerse al ser transportadas, una a la par de la otra.

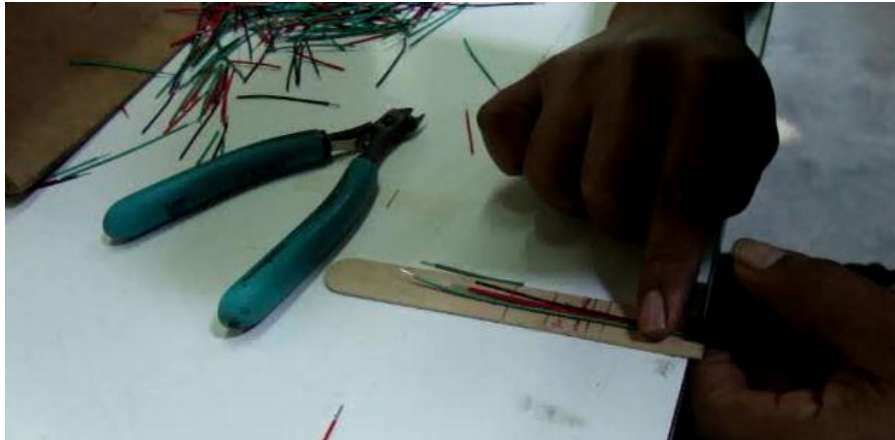
b. Análisis crítico

O-2 El operario corta las terminales de todo el lote a la medida necesaria

Tabla 7: Análisis crítico 34744

Pregunta	Análisis	Resultado/mejora
¿QUÉ?	Corte de terminales de alambre de la pieza 34744 a la medida exacta especificada por el cliente	
¿DÓNDE?	En el área de strip and tin de la empresa Anatek Electronics, sobre una mesa de trabajo la cual cuenta con la herramienta necesaria	
¿CUÁNDO?	Al tener listo el lote completo de piezas luego de ensamble e inspección	
¿QUIÉN?	Un operario con experiencia en el trabajo de corte de alambre	
¿CÓMO?	El operario recoge el lote que debe trabajar, le corta las terminales a todas las piezas midiéndolas en una paleta de madera pegada a la mesa de trabajo, la cual tiene las marcas a las cuales deben cortarse las terminales. Con una cortadora de alambre se realizan los cortes a los 6 alambres de cada una de las piezas del lote.	Se recomienda que el operario utilice una herramienta que le permita dejar las tres terminales de cada lado de la pieza a la medida exacta necesaria con un solo corte por lado, evitando medir uno por uno los alambres en la paleta de madera y luego haciendo los cortes uno por uno. Logrando de esta manera disminuir el tiempo de operación.

Ilustración 10: proceso de pelado y corte de alambre método actual



Discusión:

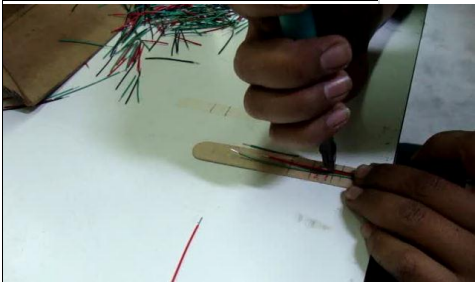
Se considera que este proceso, cuenta con bastante tiempo de trabajo inefectivo, lo que causa no solo retrasos para la entrega de la orden, sino que por la forma de trabajar se cuenta con un factor de error humano elevado, ya que en el dado caso que esto suceda y el operario corte las terminales más de la medida especificada en varias piezas, éstas se pierden ya que no pueden ser reparadas, pues no se les puede agregar alambre a las terminales y se daría por perdida la materia prima, la mano de obra, costos indirectos de fabricación, etc. que tuvieron que ver directamente con la producción de las mismas. Por lo que se recomienda la implementación de una herramienta de trabajo exacta, logrando eliminar el factor de error humano.

Conclusión:

La herramienta que permite cortar las tres terminales de cada lado a la medida exacta sin necesidad de medir con una paleta de madera ayudará a reducir trabajo ineficiente y por consiguiente tiempo de operación.

c. Diagrama bimanual

Tabla 8: Diagrama bimanual para el corte de alambre del # de pieza 34744 método actual

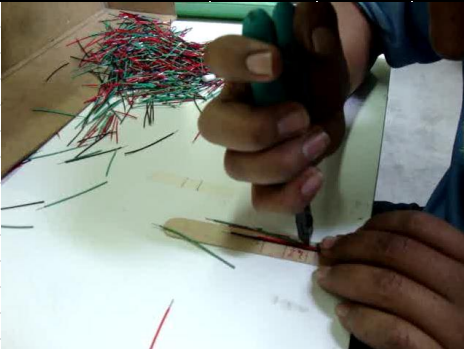
operación: corte de alambre de terminales	Parte: 34744	Resumen:		mano izquierda	mano derecha
Nombre y número de operario: M.J.		Tiempo efectivo		7.22	24.4
Analista: Emely Alvarez	Fecha: 07-02-12	Tiempo no efectivo		24.4	7.22
		Tiempo de ciclo		31.62	
Bosquejo:					
					
Descripción de la mano izquierda	símbolo	tiempo	tiempo	símbolo	Descripción de la mano derecha
Espera	H	2.6	1	RE, G	Alcanza y toma la pieza
			1.6	M	Mueve la pieza
Preposiciona la pieza sobre la paleta con las medidas de corte	PP	2	2	PP	Preposiciona la pieza sobre la paleta con las medidas de corte
Espera	H	12.07	2.07	RE, G	Alcanza y toma la cortadora
			2	M	Mueve la cortadora
			2.12	PP	Preposiciona la cortadora en la medida correcta
			3.91	U	Utiliza la cortadora
			1.97	M, RL	Mueve y libera la cortadora
Da vuelta a la pieza para cortar las terminales del otro lado, preposiciona la pieza	M, PP	4.03	4.03	UD	Espera
Espera	H	9.73	3.76	RE, G	Alcanza y toma la cortadora
			1.15	M, PP	Mueve y preposiciona la cortadora
			3.23	U	Utiliza la cortadora
			1.59	M, RL	Mueve y libera la cortadora
Mueve y libera la pieza	M, RL	1.19	1.19	H	Espera

La mano izquierda sujeta la pieza la mayoría del tiempo, no realiza mayor trabajo efectivo, mientras que la derecha hace casi todo el trabajo. Es por esto que el proceso es tardado, solo una mano hace la mayoría del trabajo, se debe buscar la manera de utilizar ambas manos, para beneficiar el tiempo final.

Se recomienda utilizar ambas manos dentro de lo posible, aunque con este método de trabajo, es muy difícil lograr utilizar la mano izquierda para realizar trabajo efectivo, ya que debe estar seguramente sujeta la pieza, para no cometer ningún error en el corte de terminales.

d. Estudio de tiempos

Tabla 9: Estudio de tiempos pieza # 34744 método actual

Fecha de realización:	08/02/2012	Proceso:	Corte de terminales		
Estudio No:	1	Producto:	# de pieza 34744		
Ilustración:					
Actividad	Búsqueda y transporte de lote de piezas	Colocar la pieza sobre la paleta marcada lado 1	Hacer cortes a las 3 terminales lado	Colocar la pieza sobre la paleta marcada	Hacer cortes a las 3 terminales lado 2
	1	2	3	4	5
Observación	Tiempo individual (segundos)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)
1	34.81	4.24	8	5.06	7
2	38.02	9.73	9.7	9.87	5.13
3	37.89	8.2	5.55	7.79	7.61
4	37.01	9.7	7.39	9.36	6.07
5	38.51	8.1	7.54	6.91	6.17
6		8.54	6.64	4.09	9.62
7		8.72	5.72	5.61	6.94
8		7.73	7.61	6.88	7.87
9		7.69	8.34	8.07	5.16
10		7.45	8.85	7.8	7.14
11		9.1	6.32	6.45	5.9
12		7.89	5.76	8.47	5.02
13		7.47	5.9	5.65	5.68
14		8.23	6.31	7.39	6.92
15		7.72	6.79	6.34	6.37
16		7.79	6.4	6.57	6.81
17		7.61	6.01	7.02	7.8
18		8.72	5.32	7.98	5.46
19		8.43	6.05	8.25	7.83
20		8.26	7	7.17	7.3
Totales	186.24	161.32	137.2	142.73	133.8
No. de observaciones	5	20	20	20	20
Promedio	37.25	8.07	6.86	7.14	6.69
Calificación del operario	90%	90%	95%	90%	95%
Tiempo estándar	33.52	7.26	6.52	6.42	6.36

Para el estudio de tiempos se tomaron como actividades aquellas que son más significativas al tiempo que se tarda el operario en cortar las terminales de una pieza. Se logró determinar que aparte de la búsqueda de material, la cual sucede pocas veces en el día, pero de igual forma toma tiempo, la actividad más tardada es la de colocar la

pieza y medir las terminales del lado uno, esto ya que se debe tomar la pieza de la bandeja y colocarla en la posición correcta antes de hacer cualquier tipo de corte, y el operario debe estar seguro de tener la pieza firme y en el lugar exacto, para no cortar las terminales de más.

Se recomienda utilizar la herramienta propuesta, ya que con esto se espera disminuir significativamente el tiempo que tarda el operario en hacer los cortes de terminales.

B. Propuesta

La solución propuesta a estos problemas de metodología de trabajo es la fabricación de herramientas que faciliten el trabajo al operador, reflejando con su uso un ahorro en tiempo de trabajo, es decir mayor producción en menor tiempo, trabajando de una manera más sencilla y eficiente, que beneficiará tanto al operador como al proceso de producción, optimizando por ende la producción de la empresa.

1. Pieza 35218. Se sugiere una especie de sello, con la preforma de la pieza original, pero fabricada con materiales más resistentes, para poder introducir la preforma en el duroport dejando el espacio necesario para cada una de las terminales y poder introducir la pieza sin tener que abrir los agujeros de uno en uno, logrando de esta manera reducir el tiempo de empaque por pieza y consiguiente por lote.

Todos los materiales pueden ser encontrados dentro de la empresa, y se fabricarán con ayuda del departamento de diseño y taller, para lograr una herramienta útil y sencilla de utilizar.

Lo importante de esta herramienta a fabricar, es que demuestra ser útil y logre cumplir el propósito de disminuir el tiempo de empaque, optimizando de esta manera la línea entera de producción, puede ser aplicada la idea a diversos números de pieza con características similares (piezas con terminales delgadas que necesitan ser empacadas en planchas de duroport para la protección de las mismas).

2. Pieza 34744. Se propone fabricar un molde, de igual forma con la ayuda del área de diseño y taller, que tenga la exacta forma de la pieza y que tenga las medidas exactas a las cuales se necesita cortar el alambre, para que de esta manera solamente se coloque la pieza en el molde y se corten los tres alambres de cada lado a la misma vez, teniendo ya la medida exacta en el molde, sin tener que medir de nuevo uno por uno los alambres antes de cortar, logrando de esta manera disminuir el tiempo de corte de alambre por pieza, optimizando así el proceso de strip & tin, que permitirá disminuir el tiempo completo del proceso. Para asegurar que el alambre de las terminales no se mueva se utilizará un sujetador que se colocará en la herramienta en el área donde van las terminales al cortar cada lado.

Los materiales para este molde se pueden obtener de igual manera dentro de la empresa y para fabricar el mismo se hará uso de la máquina CNC que se encuentra en el área de taller, teniendo de esta manera la oportunidad de rediseñar o hacer cambios si fuese necesario.

Si esta herramienta tiene el resultado esperado también se puede aplicar a otros números similares en cuanto a que necesitan cortar las terminales de alambre a diferentes medidas, según las especificaciones necesarias, por lo que se podría crear un molde para los números de parte más solicitados por los clientes, los lotes más grandes, logrando aplicar la herramienta en la mayoría del departamento de strip & tin (cortado y pelado de alambre).

C. Diseño y materiales

1. Proceso creativo pieza 35218. Para iniciar con el proceso creativo se observó y analizó la operación de empaque, para determinar cuál era el punto que podría ser optimizado; logrando así acelerar dicho proceso. Se logró identificar como cuello de botella la operación en donde se debe hacer la marca sobre el duroport, agujerear e insertar la pieza; por lo que se decidió trabajar sobre esta necesidad. Disminuyendo de esta manera el tiempo de operación para el empaque de la pieza 35218.

Realizando una lluvia de ideas junto con los operadores y supervisores de área, se organizó lo que aplicaba para este proceso y sería útil, y se rechazaron las ideas que no eran viables. A continuación se presentan las ideas que se tomaron en cuenta para el diseño de la herramienta 35218.

Ilustración 11: Lluvia de ideas proceso creativo 35218



Luego de tener una idea clara de la herramienta que se desea construir se procede a realizar bosquejos, logrando de esta manera determinar las medidas que tendrá la herramienta. El diseño final con sus respectivas medidas se puede observar en el plano de diseño de la pág. 31

Por último se realiza la fase de construcción de la herramienta, se obtienen los materiales necesarios en la bodega de materia prima, y el operario asignado se encarga de construir la herramienta de acuerdo a las especificaciones del plano.

Los materiales utilizados fueron obtenidos el 100% dentro de la empresa, ya que se contaba con material extra disponible en bodega. Para esta herramienta se utilizó lo siguiente:

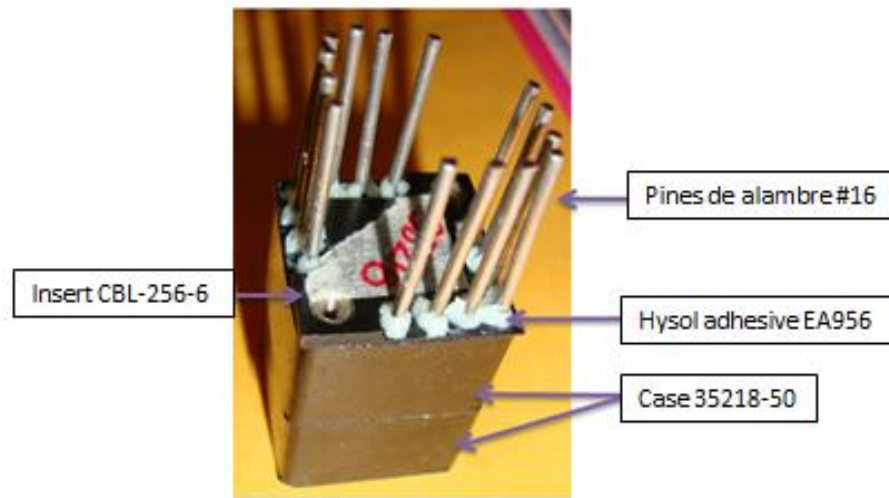
- 2 cases 35218-50 (ilustración 23 en el apéndice)
- 1 insert CBL-256-6 (ilustración 24 en el apéndice)
- 14 wire TC, (#16) (ilustración 25 en el apéndice)
- Adhesive EA956

Ya que ésta es una herramienta que debe facilitar el proceso de empaque de las piezas, no tendrá contacto directo con la pieza en sí, por lo que la forma y materiales que se han utilizado no afectan el producto final, sino simplemente es un apoyo para el empaque del mismo.

Se debe crear un modelo resistente, colocando terminales de alambre calibre # 16, evitando de esta manera la posibilidad de que se doble o quiebre el mismo.

Tomando en cuenta la importancia de la ergonomía y la comodidad del operario para el correcto uso de la herramienta, ésta tiene forma de sello como se muestra en la siguiente página.

Ilustración 12: Herramienta propuesta 35218 con partes identificadas



Al contar ya con la herramienta construida se propone un nuevo ciclo de operación, para implementar la herramienta de manera óptima, como se muestra a continuación:

Ilustración 13: Propuesta del ciclo de operación 35218

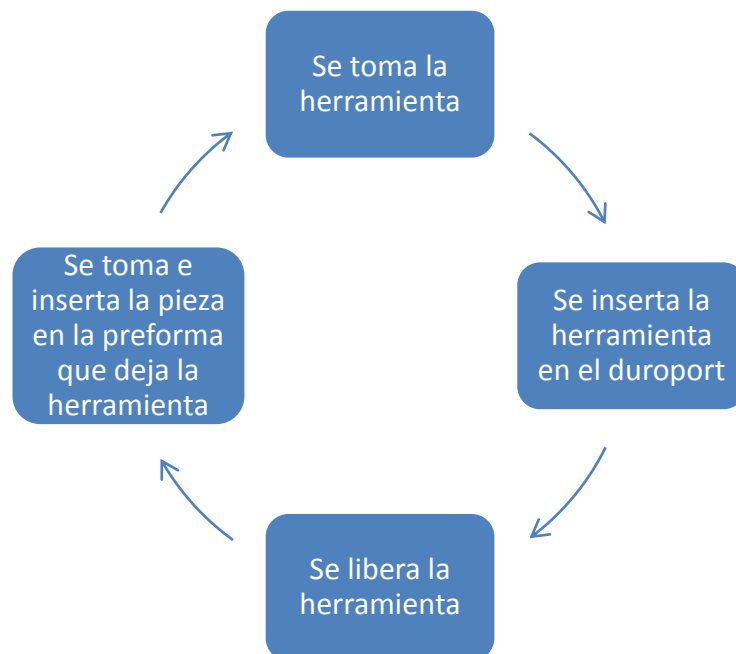
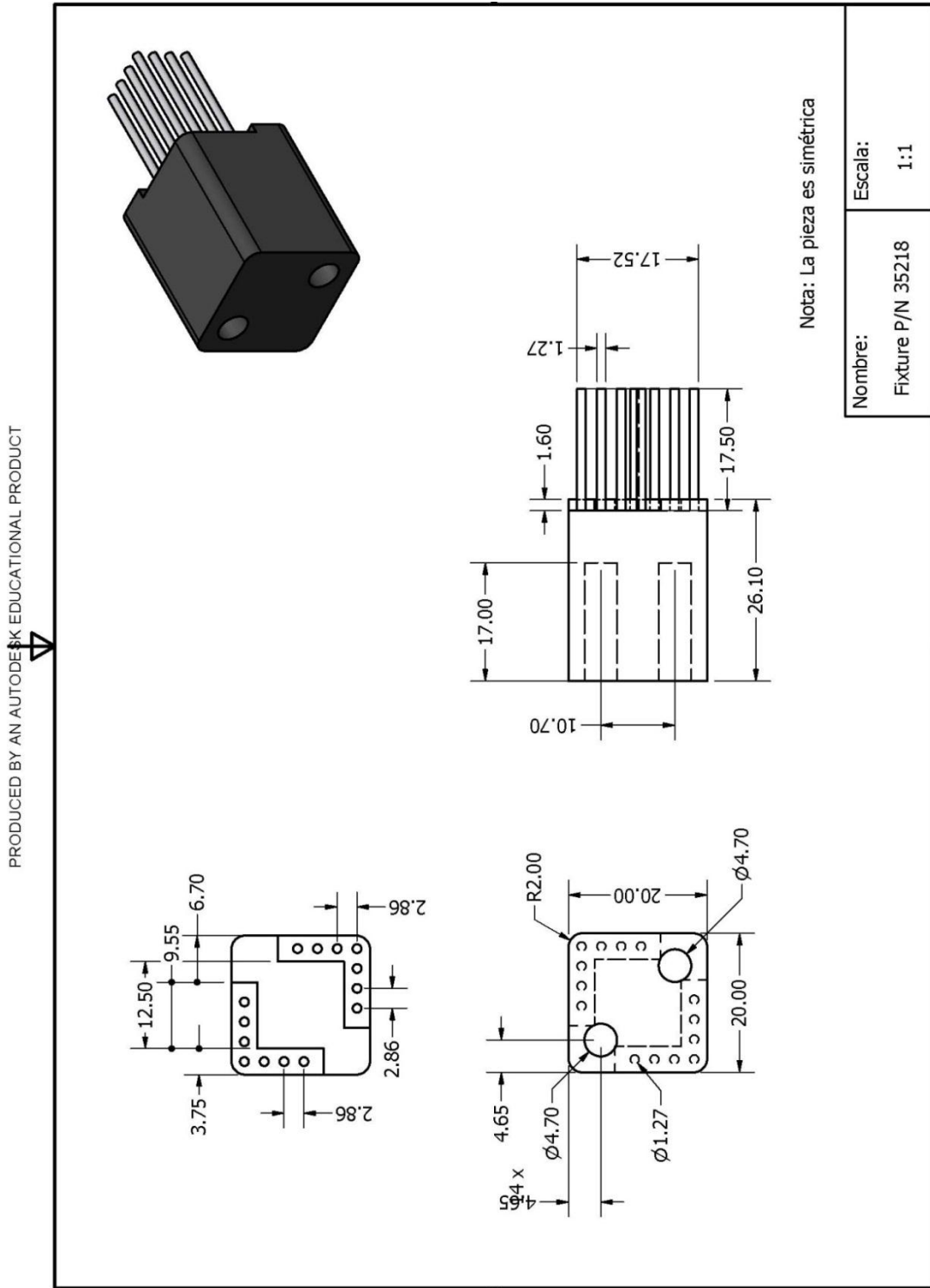


Ilustración 14: Dimensiones herramienta propuesta 35218



2. Proceso creativo pieza 34744. Para el proceso creativo de esta herramienta se observó y analizó la operación de corte y pelado de alambre. Logrando identificar como cuello de botella la operación en donde se deben medir y cortar las terminales de ambos lados de la pieza; por lo que ésta fue la necesidad que se tomó como relevante.

Luego de realizar una lluvia de ideas e identificar cuáles de estas ideas eran viables para solucionar este problema, tomando en cuenta aquellas que lograran optimizar el proceso, se obtuvieron los siguientes resultados.

Ilustración 15: Lluvia de ideas proceso creativo 34744



Seguido de la lluvia de ideas se realizan los respectivos bosquejos, para determinar la forma y medidas que debe tener el molde, dejando una tolerancia suficiente para no dejarlo muy justo y no tener que forzar la pieza. El diseño final, con sus respectivas medidas, se puede observar en el plano de la página 35.

Es muy importante tomar en cuenta la delicadeza de la pieza ya que su calidad no debe ser alterada en ningún sentido al ser insertada en el molde, por lo que se deben tomar en cuenta todos estos detalles para no comprometer la pieza debido a que el corte de alambre es uno de los últimos pasos del proceso de fabricación de esta pieza, por lo que un pequeño rayón podría arruinarla echando a perder todo el trabajo.

Al considerar los materiales a utilizar para fabricar este molde se tomaron en cuenta varias opciones tales como fibra de vidrio, madera y metal, las cuales se descartaron debido a que podían comprometer la integridad física de la pieza. Por lo que se decide trabajar con resina fenólica ya que es el único que cuenta con las características que se buscan para realizar un molde de este tipo; este es un material muy versátil, duradero, resistente y bondadoso ya que no raya ni daña la pieza al tener contacto directo con ella.

Por último se realiza la fase de construcción de la herramienta, se obtiene la resina fenólica en la bodega de material de taller, y el operador asignado se encarga de construir la herramienta de acuerdo a las especificaciones del plano. El único material utilizado es una plancha de resina fenólica de 120 mm de largo y 40 mm de ancho; la cual fue proporcionada por la empresa.

Para mejor manejo de la pieza y evitar que esta pueda moverse, también se fabrica un pequeño sujetador de resina fenólica, forrado de teflón para evitar maltratar las terminales o afectar su estado, formando de esta manera un colchón para

protección de la pieza al sujetarla; este sujetador está hecho a la medida del mismo ancho que el espacio dejado para las terminales en el molde.

Ilustración 16: Herramienta propuesta 34744



Al contar ya con la herramienta construida se propone un nuevo ciclo de operación, para implementar la herramienta de manera óptima, como se muestra a continuación:

Ilustración 17: Propuesta del ciclo de operación 34744

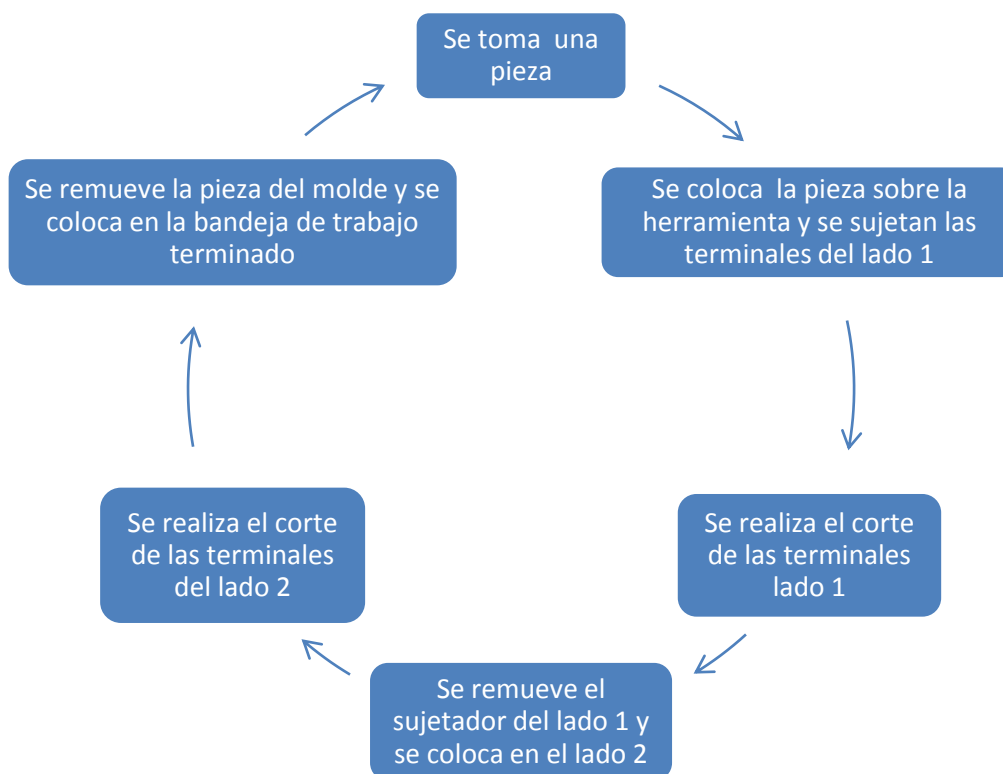
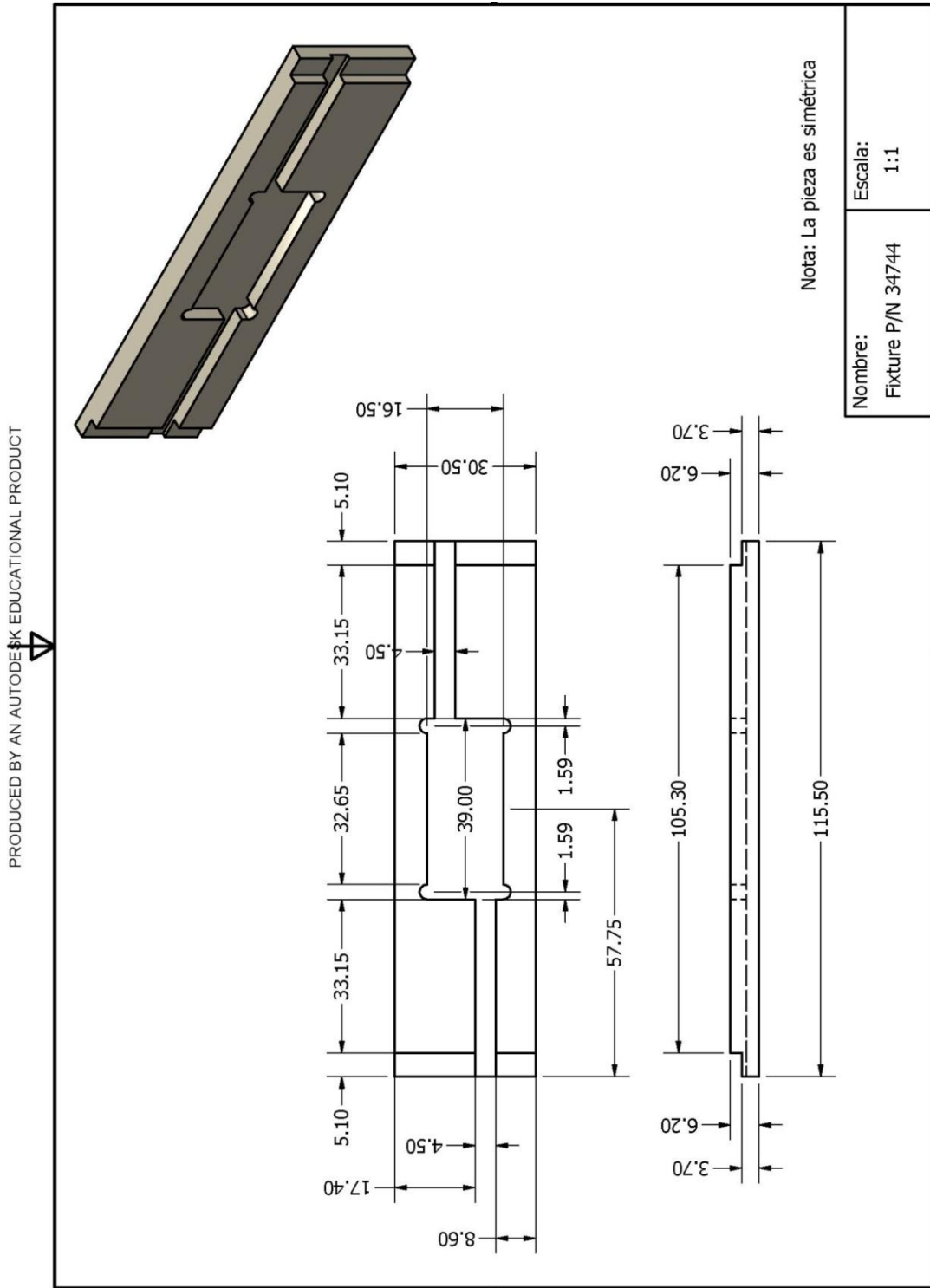


Ilustración 18: Dimensiones herramienta propuesta 34744



VIII. Análisis de resultados

A. Pieza 35218

1. Diagrama de procesos

Ilustración 19: Diagrama de proceso 35218 método propuesto






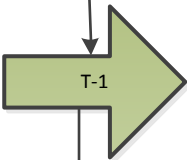
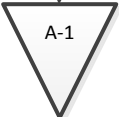
Tiempo estándar por lote	Operación	Descripción
8.15 segundos		El operario toma las planchas de duroport y las corta a las medidas necesarias
4.01 segundos		Apila las planchas de duroport cortadas
3,005 segundos		Empaque de las piezas utilizando la herramienta propuesta
10.3 segundos		Revisar el número de piezas por plancha
21.85 segundos		Sella e identifica el empaque
10.34 segundos		Transporta el empaque
6.01 segundos		Almacena el empaque en la bodega de producto terminado

Tabla 10: Resumen diagrama de procesos 35218 método propuesto


Evento	Número	Tiempo
Operaciones	3	3,065.66 segundos 51.09 minutos 0.85 horas
Transporte	1	
Inspección	1	
Almacenamiento	1	
Retrasos	1	

Se tomaron en cuenta algunas de las recomendaciones propuestas, se logró hacer espacio para colocar las planchas de duroport en el área de empaque, para poder evitar el tiempo perdido en ir a buscar el material a la bodega de materia prima. Ahora se encuentra a la mano y solo debe recortarse a las medidas necesarias.

El diagrama de procesos permite observar el proceso en general, identificar retrasos y buscar la forma de disminuirlos para beneficiar todo el proceso, al analizar ambos diagramas se logra observar la clara diferencia, se tiene menos viajes de transporte y también se disminuyen los retrasos, debido a que al analizar el diagrama realizado del método actual, permite tomar decisiones para disminuir esas actividades innecesarias y lograr que el trabajo se vuelva efectivo, evitando ir a buscar el material cada vez que se va a realizar un empaque, logrando encontrar un pequeño espacio en el área de trabajo para guardar un poco de duroport y no tener que hacer tantos viajes seguidos.

2. Diagrama bimanual

Tabla 11: Diagrama bimanual 35218 método propuesto

operación: empaque de una pieza	Parte: 35218	Resumen:	mano izquierda	mano derecha	
Nombre y número de operario: I. A.		Tiempo efectivo	4.2	16.01	
Analista: Emely Alvarez	Fecha: 24-02-12	Tiempo no efectivo	14.51	2.7	
		Tiempo de ciclo	18.71 segundos		
Bosquejo:					
					
Descripción de la mano izquierda	símbolo	tiempo	tiempo	símbolo	Descripción de la mano derecha
espera	UD	1.59	1.59	RE, G	alcanza la plancha de duroport
			1.07	G, M	sujeta navaja
sostiene el duroport	H	11.74	10.67	PP, U, RL	recorta el duroport a la medida necesaria
toma la herramienta	G,M	1.69			
inserta herramienta	U	1.01	2.7	H	sostiene duroport
suelta herramienta	RL	1.5	1.5	RE,G, M, P	toma la pieza
sostiene el duroport	H	1.18	1.18	A, RL	inserta la pieza en la plancha de duroport

La mano izquierda tiene más actividad que antes, logrando reducir los momentos de trabajo ineficientes en los movimientos de las manos.

Para el diagrama bimanual se tomó video del operario realizando el trabajo, para después poder observarlo las veces que fueran necesarias y poder construir un diagrama bimanual exacto con todos los movimientos de ambas manos, obteniendo entonces el tiempo efectivo de trabajo de cada mano en relación al trabajo que se está realizando, se logró observar una diferencia notable no solo en el tiempo efectivo de las manos sino en el tiempo total de ciclo, ya que gracias a la disminución de varias

actividades innecesarias y a la distribución de trabajo entre ambas manos se obtiene una diferencia en tiempo total de ciclo de más de 50% como se detalla a continuación:


Tabla 12: Tabla comparativa diagrama bimanual 35218

	Antes	Después
Tiempo efectivo de la mano izquierda	2.84 segundos/pieza	4.2 segundos/pieza
Tiempo efectivo de la mano derecha	35.125 segundos/pieza	16.01 segundos/pieza
Tiempo no efectivo de la mano izquierda	38.76 segundos/pieza	14.51 segundos/pieza
Tiempo no efectivo de la mano derecha	6.475 segundos/pieza	2.57 segundos/pieza
Tiempo total de ciclo	41.6 segundos/pieza	18.71 segundos/pieza

El tiempo de ciclo disminuye en un 55.03% en el estudio de diagrama bimanual.

3. Estudio de tiempos

Tabla 13: Estudio de tiempos 35218. Método propuesto

Fecha de realización:	24/02/2012	Proceso:	Empaque método propuesto
Estudio No:	2	Producto:	# de pieza 35218
Ilustración:			
Actividad	Corte de plancha de duroport	Utilizar la nueva herramienta	Insertar la pieza en el duroport
	1	2	3
Observación	Tiempo individual (segundos)	Tiempo individual	Tiempo individual
1	8.71	4.22	5.14
2	9.01	4.58	1.73
3	9.03	2.56	4.43
4	9.87	2.83	3.64
5	9.53	1.55	2.32
6		2.9	3.66
7		4.29	3.18
8		2.63	4.71
9		6.29	1.82
10		2.17	2.2
11		2.85	1.92
12		2.97	3.12
13		2.71	2.51
14		2.77	2.83
15		2.71	2.95
16		3.72	2.11
17		4.64	3.68
18		3.06	3.62
19		2.47	2.82
20		3.09	3.12
Totales	46.15	65.01	61.51
No. de observaciones	5	20	20
Promedio	9.23	3.25	3.08
Calificación del operario	110%	95%	95%
Tiempo estándar	10.15	3.09	2.92

Las actividades a realizar y el tiempo estándar disminuyen notablemente.

Por último se llevó a cabo un estudio de tiempos en dónde se ve reflejado el tiempo que toma el operario en realizar cada una de las actividades relevantes para el empaque del número de pieza 35218, aquí las actividades se tomaron de una manera más general sin tanto detalle como en el diagrama bimanual porque no se busca analizar los movimientos individuales sino las actividades como un rubro general.

Antes de utilizar la herramienta se dividieron las actividades del operario en cinco grandes rubros: búsqueda de material, corte de planchas de duroport, hacer marcas con la pieza, hacer los agujeros para la pieza e insertar la pieza, para fines de este estudio se tomaron como relevantes solamente las últimas tres actividades, ya que las primeras dos se realizan una vez por lote y no una vez por pieza, y el tiempo de estas actividades se mantiene constante antes y después del uso de la herramienta ya que el usarla o no usarla no afecta el desempeño de las mismas, dado que lo que se buscaba era determinar el tiempo que tardaba el operario en empaquetar una pieza se tomó de esta manera. Para poder obtener el tiempo estándar, se tuvo que calificar al operario dependiendo de la forma en que se desarrollara para cada actividad, se utilizó la Tabla 1 como referencia para todas las calificaciones.

Después de utilizar la herramienta se observa un cambio en la cantidad de actividades que disminuyen a tres y se dividen en: corte de plancha de duroport, utilizar la nueva herramienta, insertar la pieza en el duroport; de las cuales se toman dos como relevantes dado que el corte de plancha de duroport sucede una vez por lote mas no una vez por pieza. Para todas las actividades relevantes para el estudio de tiempo por pieza se tomaron veinte observaciones con ayuda audiovisual y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 14: Tabla comparativa estudio de tiempos 35218

Actividades analizadas	Tiempo estándar antes	Tiempo estándar después
Hacer marcas con la pieza	3.36 segundos/pieza	
Hacer los agujeros para la pieza	11.29 segundos/pieza	
Insertar la pieza en el duroport	2.28 segundos/pieza	
Utilizar la nueva herramienta		3.08 segundos/pieza
Insertar la pieza en el duroport		2.92 segundos/pieza
Tiempo estándar total	16.93 segundos/pieza	6 segundos/pieza

El tiempo estándar disminuye en un 64.56% en el estudio de tiempos, sobrepasando de esta manera el objetivo de minimizar en un 30% el tiempo utilizado para empacar una pieza por un 34.56%.

4. Material. En el área de empaque, con el método actual se utilizan hasta diez palillos de madera por lote para hacer los agujeros, ya que estos se quiebran o los operarios los pierden y no tienen restricción de uso por lo que pueden ir a pedir más en cualquier momento, esto significa bastante uso de material extra al empacar. Con el uso de la nueva herramienta ya no es necesario utilizar ningún palillo ni material extra para empacar las piezas 35218. El 60% de los palillos de madera que compra la empresa son utilizados para empacar estas piezas con terminales de alambre delgado, haciendo uso de la nueva herramienta se ahorra este 60% de material y se le puede dar uso en otra área o simplemente comprar menos del mismo.

5. Análisis de costos / financiero

Tabla 15: Resumen de utilidad mensual 35218

Ganancia neta método actual 35218	Q306,123.00
Ganancia neta método propuesto 35218	Q427,531.00

Tabla 16: Resumen de pérdidas mensuales 35218

Total pérdida mensual método actual	Q128,097.00
Total pérdida mensual método propuesto	Q74,481.00
DIFERENCIA	Q53,616.00

a. Retrasos de envío. Todos los viernes es día de envío, si todo el envío no está listo el viernes alrededor de las 3:30 de la tarde, las personas de DHL deben retirarse y regresar el día lunes por el resto, esto significa un gasto extra por envío doble, ya que se les debe pagar el precio del envío del día viernes y el día lunes (esto sucede un 50% de las veces mensualmente). No solo se debe pagar el envío doble sino que esto significa un retraso del envío llegando dos a tres días después de lo estipulado, esto podría significar la cancelación del contrato cuando se trata de clientes muy exigentes representando una pérdida de hasta Q128,097.00 mensuales de acuerdo a los registros del porcentaje de cancelación con los que cuenta la empresa (17% mensual), solo por el número de pieza 35218, donde se incluyen las pérdidas de material, mano de obra, costos indirectos y la ganancia sobre esos lotes.

Al contar con la herramienta propuesta los gastos por envío doble disminuyen a un 25% mensuales, ya que se tiene un retraso por mes aproximadamente.

El factor de cancelación de contratos disminuye de un 17% a un 10% mensual, de acuerdo a los registros de la empresa luego de la implementación de la herramienta, lo

que significa una disminución en cuanto a pérdidas de un 7%. Los datos con sus respectivas cantidades se presentan en detalle en el Apéndice, tabla 28 y 29.

b. Salario. Al analizar los estudios se observa que utilizando el método actual de empaque, el operario se lleva 16.93 segundos/pieza (contando solamente el tiempo que tarda en insertar una pieza en el duroport), alrededor de 2.37 hrs por lote de 500 piezas, generalmente se envían tres lotes a la semana lo que significa 7.11 hrs empacando un solo número de parte, cuando generalmente se mandan de 5 a 7 distintos números de parte por envío.

Esto quiere decir que se necesitan alrededor de 4 personas en el área de empaque para lograr sacar el envío completo a tiempo, con salarios de Q2900.00/persona, sería un total de Q11,600.00 la inversión que se tiene en el área de empaque. Al utilizar la nueva herramienta el tiempo que el operario lleva para empacar el número de parte 35218, disminuye a 6 segundos/pieza (sin tomar en cuenta el tiempo de preparación de duroport que solo sucede una vez por lote), alrededor de 0.83 hrs por lote de 500 piezas, tomando tres lotes sería un total de 2.49 hrs por los tres, casi lo que lleva empacar un lote de la manera anterior. Esto permite a la empresa reducir el personal de empaque a dos personas invirtiendo entonces Q5,800.00 en esta área y le da la oportunidad a la empresa de reubicar la mano de obra sobrante en otro sitio que esté corto de personal, sin necesidad de contratar a más personas.

El salario por supervisor de área (mano de obra indirecta) se mantiene constante antes y después de la herramienta, al igual que los gastos administrativos y costos indirectos de fabricación ya que no se ven afectados.

c. Ganancia. Las ganancias netas mensuales aumentan en un 43.35%, ya que disminuyen los salarios necesarios en esta área, disminuyen los gastos por envío doble y el factor de cancelación de lotes.

Es importante mencionar que al enviar los lotes de este número de pieza antes del plazo acordado, el cliente recompensa a la empresa dándole un 15% extra del valor del

lote, por cada lote que envíen antes del plazo; con el ahorro que se tiene utilizando la nueva herramienta esto sucede un promedio de 50% de las veces al mes (8 de cada 16 veces) según registros de la empresa.

d. Fabricación de herramienta/prototipo

Tabla 17: Costo de fabricación de la herramienta 35218

Clasificación	Descripción	Costo
materia prima	2 cases 35218-50	Q30.00
materia prima	1 insert CBL-256-6	Q8.00
materia prima	14 wire TC, (#16)	Q17.50
materia prima	Adhesive EA956	Q10.00
mano de obra directa	2 días de 1 operario que apoyó en el diseño	Q640.00
mano de obra directa	1 operario hace modificaciones a la insert para utilizar alambre de calibre 16 en 3 horas	Q120.00
mano de obra directa	1 operario ensambla la herramienta 6 horas	Q112.50
mano de obra indirecta	Supervisor de área	Q1,110.00
costos indirectos	Costos indirectos de fabricación	Q1,290.00
	Costo total	Q3,338.00

Para el costo de fabricación de la herramienta se toma en cuenta la materia prima para construir la misma, la mano de obra directa que apoyó en el diseño y ensamble, el supervisor de área y los costos indirectos de fabricación.

Para el operario que apoyó en el área de diseño, se obtuvo el dato que se le paga por día con un salario de Q6400 ($\frac{Q6400}{20\text{días}} = 320\text{ Q/día}$) y fue él mismo quien se encargó de hacer las modificaciones necesarias a la insert, ya que ésta viene diseñada para utilizar alambre #22, se deben agrandar los agujeros para que pueda utilizarse un alambre # 16, para lo que se tardó alrededor de 3 horas ($\frac{Q320}{1\text{ día}} * \frac{1\text{ día}}{8\text{ horas}} = Q40/\text{hora}$).

Para el operario que se encarga de ensamblar la herramienta, alrededor de 6 horas, se obtiene el cálculo de acuerdo a su salario de Q3000 $\left(\frac{Q3000}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = \frac{Q18.75}{\text{hora}}\right)$.

e. Flujo de caja

Tabla 18: Flujo de caja mensual 35218

	mes 0	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
inversión	(Q3,338.00)				
precio de venta 35218		Q80	Q80	Q80	Q80
venta mensual		6000	6000	6000	6000
INGRESOS		Q480,000	Q480,000	Q480,000	Q480,000
costo unitario 35218		Q40	Q40	Q40	Q40
produccion		6000	6000	6000	6000
costo de producción		Q240,000	Q240,000	Q240,000	Q240,000
TOTAL COSTOS		Q240,000	Q240,000	Q240,000	Q240,000
Gastos administrativos		Q9,000	Q9,000	Q9,000	Q9,000
Gastos por envío mensual		Q6,400	Q6,400	Q6,400	Q6,400
Gastos por envío doble		Q1,600	Q1,600	Q1,600	Q1,600
TOTAL GASTOS		Q17,000	Q17,000	Q17,000	Q17,000
ingreso bruto		Q223,000	Q223,000	Q223,000	Q223,000
impuesto		Q69,130.00	Q69,130.00	Q69,130.00	Q69,130.00
ingreso despues de impuesto		Q153,870.00	Q153,870.00	Q153,870.00	Q153,870.00
flujo de efectivo neto	(Q3,338.00)	Q153,870.00	Q153,870.00	Q153,870.00	Q153,870.00

VPN	Q553,544.30
-----	-------------

ROI	$\left[\frac{(\text{utilidad} - \text{inversión})}{\text{inversión}} \right] = \left[\frac{(427,531 - 3,338)}{3,338} \right] = 127.08$
-----	--

Al analizar el flujo de caja se puede observar que la inversión es mínima en comparación a las ganancias de la empresa para este número de parte por lo que la inversión se recupera completamente al mes siguiente.

Con el Valor Presente Neto obtenido, se comprueba que la inversión es factible. La empresa espera ganar por lo menos un 35% anual a las inversiones que se realizan en los proyectos, por lo que para obtener el Valor Presente Neto se utiliza una tasa financiera mensual de 2.92%.

Al evaluar el rendimiento de la inversión y la eficiencia de la misma, se obtiene un retorno de la inversión de 127.08 obteniendo un porcentaje de beneficios sobre la inversión de 12,708%, lo que demuestra que se recuperará este porcentaje del capital invertido en el proyecto.

6. Análisis gráfico tiempo estándar

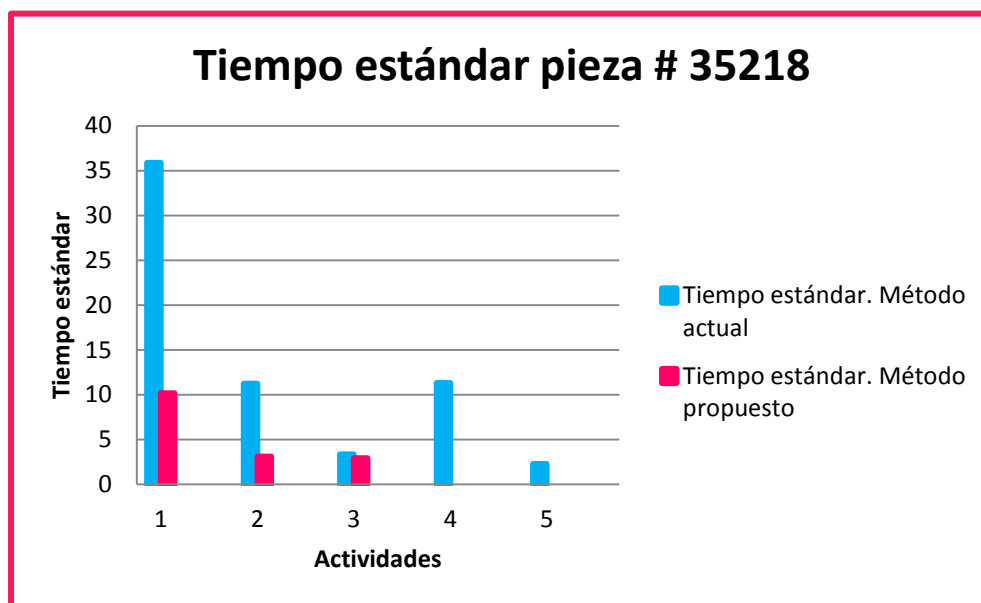


Ilustración 20: Gráfica comparativa tiempo estándar 35218

En esta gráfica se puede observar el cambio que se tiene en tiempo estándar para el número de pieza 35218. Las actividades disminuyen de 5 a 3 y cambian según el método utilizado. De igual manera se observa que el método propuesto disminuye notablemente, consume menos tiempo que el método actual.

B. Pieza 34744

1. Diagrama de procesos

Ilustración 21: Diagrama de procesos 34744 método propuesto

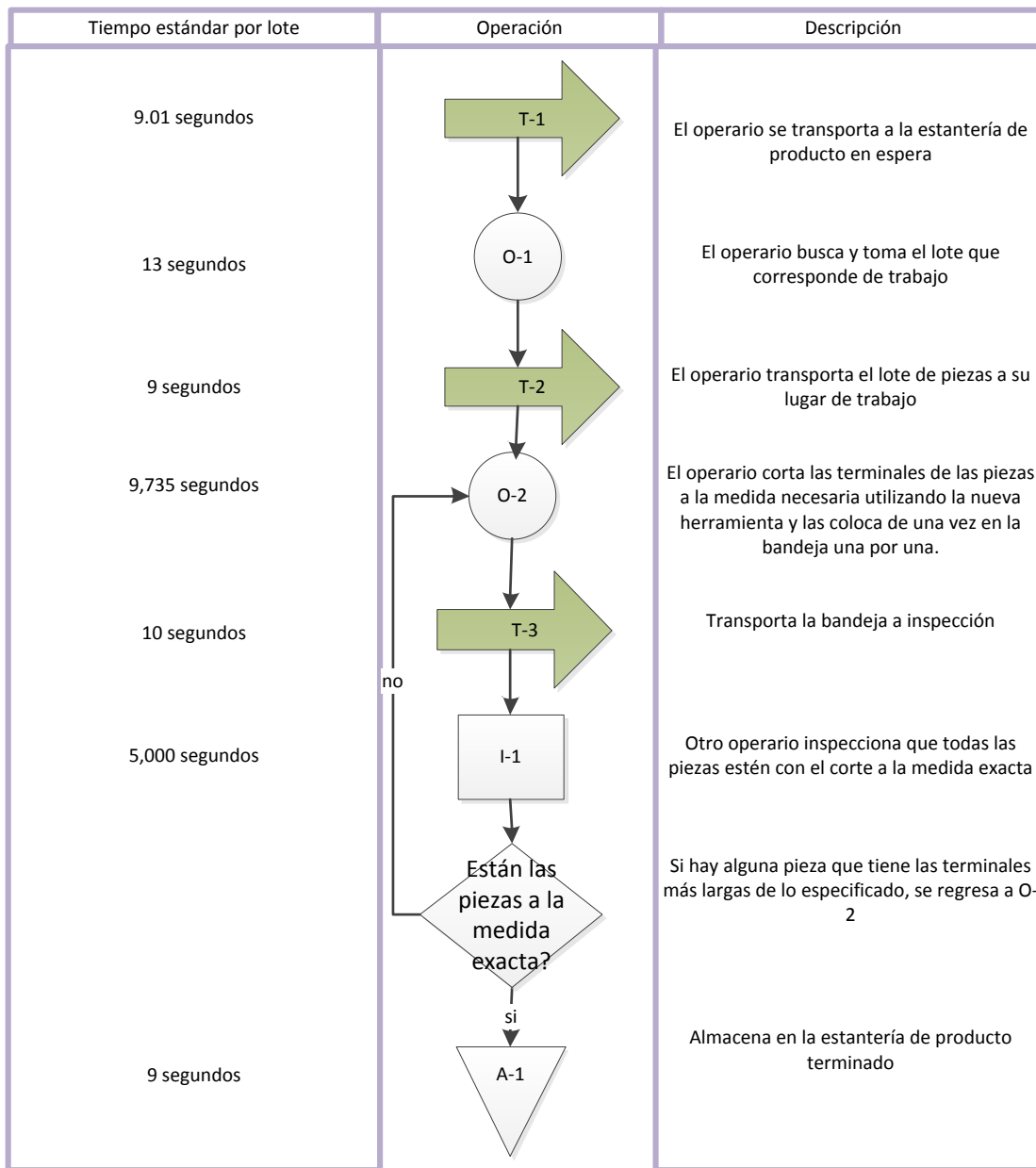


Tabla 19: Resumen diagrama de procesos 34744

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	2	14,785.01 segundos 246.42 minutos 4.11 horas
Transporte	3	
Inspección	1	
Almacenamiento	1	
Decisiones	1	

Tomando en cuenta las recomendaciones propuestas, se coloca de una vez la pieza terminada en la bandeja de una en una, para no acumularlas y tenerlas en desorden al final de todo el proceso, esto ayudó a que todo el procedimiento fuera no solo más ordenado sino más eficiente, permitiendo eliminar este retraso al terminar de cortar todas las terminales.

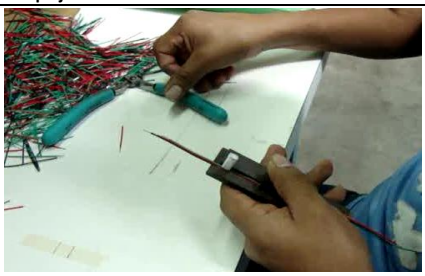
El primer método utilizado para comparar el antes y el después de la herramienta del proceso de cortado y pelado de alambre es el diagrama de flujo, en donde antes de contar con la herramienta de trabajo se tiene un retraso al ordenar todas las piezas luego de cortar las terminales, ya que el operario no las iba colocando de una vez en la bandeja sino que las apilaba a un lado y después de cortarlas todas las ordenaba en la bandeja.

Al analizar esto se determinó que era posible eliminar ese retraso colocando la pieza de una vez en la bandeja de trabajo terminado luego de cortar las terminales, ya que la bandeja se tiene a la par y el tiempo que tarda en colocarla de una vez no es significativo comparado con el tiempo que tardaba el operario en colocar todas las piezas en la bandeja al final del trabajo. Todas las demás operaciones, transportes, inspección y almacenamiento permanecen iguales ya que no se puede eliminar ninguna de ellas en el proceso, la idea es analizar si es posible eliminar actividades innecesarias, pero si no es posible o necesario no debe hacerse, ya que puede afectar el resultado

final y perjudicar el proceso, es por esta razón que las demás actividades se mantienen y se eliminó el único retraso evidente.

2. Diagrama bimanual

Tabla 20: Diagrama bimanual 34744 método propuesto

operación: corte de alambre de terminales	Parte: 34744	Resumen:	mano izquierda	mano derecha	
Nombre y número de operario: M.J.		Tiempo efectivo	3.87	17.27	
Analista: Emely Alvarez	Fecha: 16-02-12	Tiempo no efectivo	17.27	3.87	
		Tiempo de ciclo	21.14		
Bosquejo:					
					
Descripción de la mano izquierda	símbolo	tiempo	tiempo	símbolo	Descripción de la mano derecha
Sostiene la herramienta	H	10.93	1.03	RE, G	Alcanza y toma la pieza
			1.44	P, A	coloca la pieza sobre la herramienta
			1	G, M	toma el sujetador
			2.26	U	asegura la pieza con el sujetador lado 1
			1.72	RE, G, M	toma la cortadora
			1.89	U	Utiliza la cortadora
remueve el seguro y da vuelta a la herramienta para cortar el lado 2	G, DA, RL, M	2.87	1.59	M, RL	Mueve y libera la cortadora
			2.87	H	sostiene la herramienta
sujeta la herramienta	H	6.34	2.55	G, M, U	toma el sujetador y asegura el lado 2
			1.16	RE, G, M	toma la cortadora
			1.4	U	Utiliza la cortadora
coloca la pieza en la bandeja	M	1	1.23	DA, RL	libera la pieza
			1	UD	Espera

Se determinó que la mayoría del trabajo efectivo lo realiza la mano derecha y la mano izquierda generalmente espera o sostiene la pieza, al utilizar la nueva herramienta disminuye el tiempo de ciclo considerablemente, sin embargo la mano izquierda sigue realizando poco trabajo efectivo, debido a que la mayor parte del tiempo debe sostener el molde, puede que esta actividad no sea efectiva, sin embargo es importante para el correcto uso de la herramienta porque ésta debe contar con un soporte.


Tabla 21: Tabla comparativa diagrama bimanual 34744

	Antes	Después
Tiempo efectivo de la mano izquierda	7.22 segundos/pieza	3.87 segundos/pieza
Tiempo efectivo de la mano derecha	24.4 segundos/pieza	17.27 segundos/pieza
Tiempo no efectivo de la mano izquierda	24.4 segundos/pieza	17.27 segundos/pieza
Tiempo no efectivo de la mano derecha	7.22 segundos/pieza	3.87 segundos/pieza
Tiempo total de ciclo	31.62 segundos/pieza	21.14 segundos/pieza

El tiempo de ciclo disminuye en un 33.14% en el estudio de diagrama bimanual.

3. Estudio de tiempos

Tabla 22: Estudio de tiempos 34744 método propuesto

Fecha de realización:	08/02/2012	Proceso:	Corte de terminales
Estudio No:	2	Producto:	# de pieza 34744
Ilustración:			

Actividad	Búsqueda y transporte de lote de piezas	Toma, coloca y sujeta la pieza en la herramienta	Hacer cortes a las 3 terminales lado 1	Darle vuelta a la herramienta	Sujetar y hacer cortes a las 3 terminales lado 2	Remover la pieza de la herramienta y colocar en bandeja
	1	2	3	4	5	6
Observación	Tiempo individual (segundos)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)	Tiempo individual (seg)
1	30.17	6.32	3.73	2.74	4.82	3.7
2	32.58	6.12	3.56	2.89	4.15	3.01
3	38.15	5.58	3.09	3.15	4.05	2.6
4	35.42	6.03	3.17	3.45	4.9	3.42
5	35.96	6.15	3.02	2.78	4.87	3.76
6		5.46	3.3	2.7	3.96	3.81
7		5.3	3.8	3.57	4.71	2.94
8		6	2.87	2.65	4.9	3.02
9		6.31	3.47	2.34	4.31	3.67
10		6.01	3.05	3.14	4.73	3.08
11		6.59	3.32	3.3	4.15	3.56
12		5.41	2.91	3.05	4.69	3.37
13		5.32	2.65	3.13	4.18	3.61
14		5.65	3.46	3.32	3.76	3.15
15		6.37	3.61	3.17	4.84	3.34
16		5.87	3.16	2.79	4.46	3.89
17		6.07	3.04	2.86	4.02	3.1
18		6.1	3.15	3.41	4.76	3.43
19		5.78	3.1	3.01	4.18	3.09
20		5.46	3.26	3.18	4.52	3.81
Totales	172.28	117.9	64.72	60.63	88.96	67.36
No. de observaciones	5	20	20	20	20	20
Promedio	34.46	5.90	3.24	3.03	4.45	3.37
Calificación del operario	90%	95%	95%	95%	95%	110%
Tiempo estándar	31.01	5.60	3.07	2.88	4.23	3.70

Se puede notar que aunque las actividades en el estudio de tiempos aumentan, el tiempo total disminuye en relación al estudio de tiempos que se realizó con el método actual.

Con el estudio de tiempos se logra calcular el tiempo estándar que tarda el operario por pieza. Antes del uso de la herramienta, las actividades se dividen en cinco bloques, búsqueda y transporte de lote de piezas (el operario debe ir a la estantería de trabajo en espera tomar la bandeja de piezas y llevarla a su lugar de trabajo), colocar la pieza sobre la paleta marcada del lado uno, hacer los cortes a las tres terminales del lado uno, colocar la pieza sobre la paleta marcada del lado dos y hacer cortes a las tres terminales del lado dos, se tomaron como relevantes las últimas cuatro actividades ya que la primera se realiza una vez por lote y no por pieza.

Después del uso de la herramienta se dividen las actividades en seis bloques, búsqueda y transporte de lote de piezas, coloca y sujeta la pieza en la herramienta, hacer cortes a las tres terminales lado uno, darle vuelta a la herramienta, sujetar y hacer cortes a las tres terminales lado dos, remover la pieza de la herramienta y colocar en la bandeja, se tomaron como relevantes las últimas cinco actividades para fines de este estudio. Para calificar al operario se utiliza también la Tabla # 1. Es importante mencionar que aunque la cantidad de actividades aumenta con el uso de la nueva herramienta el tiempo total estándar disminuye como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 23: Tabla comparativa estudio de tiempos 34744

Actividades analizadas	Tiempo estándar antes	Tiempo estándar después
Colocar la pieza sobre la paleta marcada lado uno	7.26 segundos/pieza	
Hacer cortes a las tres terminales lado uno	6.52 segundos/pieza	
Colocar la pieza sobre la paleta marcada lado dos	6.42 segundos/pieza	
Hacer cortes a las tres terminales lado dos	6.36 segundos/pieza	
Toma, coloca y sujeta la pieza en la herramienta		5.60 segundos/pieza

Continuación Tabla 23		
Actividades analizadas	Tiempo estándar antes	Tiempo estándar después
Hacer cortes a las tres terminales lado uno		3.07 segundos/pieza
Darle vuelta a la herramienta		2.88 segundos/pieza
Sujetar y hacer cortes a las tres terminales lado dos		4.23 segundos/pieza
Remover la pieza de la herramienta y colocarla en la bandeja		3.70 segundos/pieza
Tiempo estándar total	26.56 segundos/pieza	19.48 segundos/pieza

El tiempo estándar disminuye en un 26.66% en el estudio de tiempos, sobrepasando de esta manera el objetivo de minimizar en un 25% el tiempo utilizado para cortar las terminales de una pieza por un 1.66%.

4. Material. En el área de cortado y pelado de alambre, con el método actual se utilizan hasta cuatro paletas de madera al mes, generalmente las cambian cada semana ya que ellos mismos dibujan las marcas sobre la paleta, entonces al estar utilizándola para medir las terminales, las marcas se vuelven borrosas o se corre la tinta del lapicero sobre ellas. Estas no se pierden ya que los operarios las pegan a las mesas. Un 20% de las paletas de madera que compra la empresa son utilizadas en esta área, el cual se podría ahorrar completamente utilizando la nueva herramienta ya que no es necesaria ninguna paleta de madera para hacer uso de la misma.

5. Análisis de costos / financiero

Tabla 24: Resumen de utilidad mensual 34744

Ganancia neta método actual 34744	Q536,351.00
Ganancia neta método propuesto 34744	Q742,086.00

Tabla 25: Resumen de pérdidas mensuales 34744

Total pérdida mensual método actual	Q228,049.00
Total pérdida mensual método propuesto	Q25,354.00
DIFERENCIA	Q202,695.00

a. Posibles pérdidas. Para este número de pieza es de vital importancia el corte de las terminales a las medidas exactas ya que por unos cuantos milímetros que se corten de más pueden cambiar totalmente los valores eléctricos de las piezas, volviéndolas inservibles lo que causa pérdida total de las piezas afectadas ya que no es posible reparar las terminales si estas se han cortado de más, en ocasiones se echaban a perder hasta 10% de las piezas mensuales por error humano al medir las terminales en la paleta y realizar el corte, lo que corresponde a Q126,185.00

También se cuenta con un factor de cancelación del cliente al no enviarle los lotes a tiempo de un 8% mensual según registros de la empresa, en cuyo caso también se tienen pérdidas monetarias de Q101,864.00. Los datos con sus respectivas cantidades se presentan en detalle en el Apéndice en la Tabla 30 y 31.

b. Salarios. Actualmente se necesitan dos operarios para el corte y pelado de alambre para lograr sacar las piezas a tiempo con salarios de Q2,800.00 al mes cada uno. Con el uso de la nueva herramienta es necesario un solo operario por lo que el otro operario se podría reubicar en otra área que necesite más personal y aprovechar esa mano de obra.

Los costos por mano de obra indirecta se mantienen constante antes y después de la herramienta, al igual que gastos administrativos y costos indirectos de fabricación ya que no se ven afectados.

c. Ganancia. La oportunidad de trabajar con una herramienta exacta, en donde no se corra el riesgo por factor humano, y mucho más eficiente permite acelerar el proceso de producción total, ofreciéndole al cliente tiempos de entrega más rápidos. Las ganancias netas mensuales aumentan en un 37.15%, ya que disminuye la mano de obra y se elimina el riesgo de pérdida por error humano.

d. Fabricación de herramienta/prototipo

Tabla 26: Costo de fabricación de la herramienta 34744

	Descripción	Costo
materia prima	Una plancha de phenolic de 120 mm de largo y 40 mm de ancho	Q1,600.00
mano de obra	Un día realizando el programa para la CNC	Q370.00
mano de obra	Un operario corta y lija el material (phenolic resin) a la medida exacta 4 horas	Q67.50
mano de obra indirecta	Supervisor de área	Q375.00
costos indirectos	Costos indirectos de fabricación	Q1,075.00
maquinaria + mano de obra	Uso de la máquina CNC para fabricar la herramienta 30 minutos + mano de obra	Q400.00
	Costo total	Q3,887.50

Para el costo de fabricación de la herramienta se toma en cuenta la materia prima, la mano de obra directa e indirecta, maquinaria y costos indirectos de fabricación. Para construir este tipo de herramienta se necesita utilizar una máquina CNC. Esta máquina se debe programar para que logre dejar la herramienta con las medidas exactas

necesarias, esto le tarda al jefe de taller un día ($\frac{Q7400}{20\text{días}} = 370 Q/\text{día}$). También es necesario introducir la materia prima a la máquina con las medidas exactas de largo y ancho con las que se programó para evitar que la máquina esté fuera de centro, lo que toma 4 horas del operario ($\frac{Q135}{1\text{ día}} * \frac{1\text{ día}}{8\text{ horas}} = 16.87 Q/\text{día}$).

e. Flujo de caja

Tabla 27: Flujo de caja mensual 34744

	mes 0	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
inversión	(Q3,887.50)				
precio de venta 35218		Q100	Q100	Q100	Q100
venta mensual		8000	8000	8000	8000
INGRESOS		Q800,000	Q800,000	Q800,000	Q800,000
costo unitario 35218		Q55	Q55	Q55	Q55
produccion		8000	8000	8000	8000
costo de producción		Q440,000	Q440,000	Q440,000	Q440,000
TOTAL COSTOS		Q440,000	Q440,000	Q440,000	Q440,000
Gastos administrativos		Q11,250	Q11,250	Q11,250	Q11,250
TOTAL GASTOS		Q11,250	Q11,250	Q11,250	Q11,250
ingreso bruto		Q348,750	Q348,750	Q348,750	Q348,750
impuesto		Q108,112.50	Q108,112.50	Q108,112.50	Q108,112.50
ingreso despues de impuesto		Q240,637.50	Q240,637.50	Q240,637.50	Q240,637.50
flujo de efectivo neto	(Q3,887.50)	Q240,637.50	Q240,637.50	Q240,637.50	Q240,637.50

VPN	Q866,983.66
-----	-------------

ROI	$\left[\frac{(\text{utilidad} - \text{inversión})}{\text{inversión}} \right] = \left[\frac{(742,086 - 3,887.50)}{3,887.50} \right] = 189.89$
-----	--

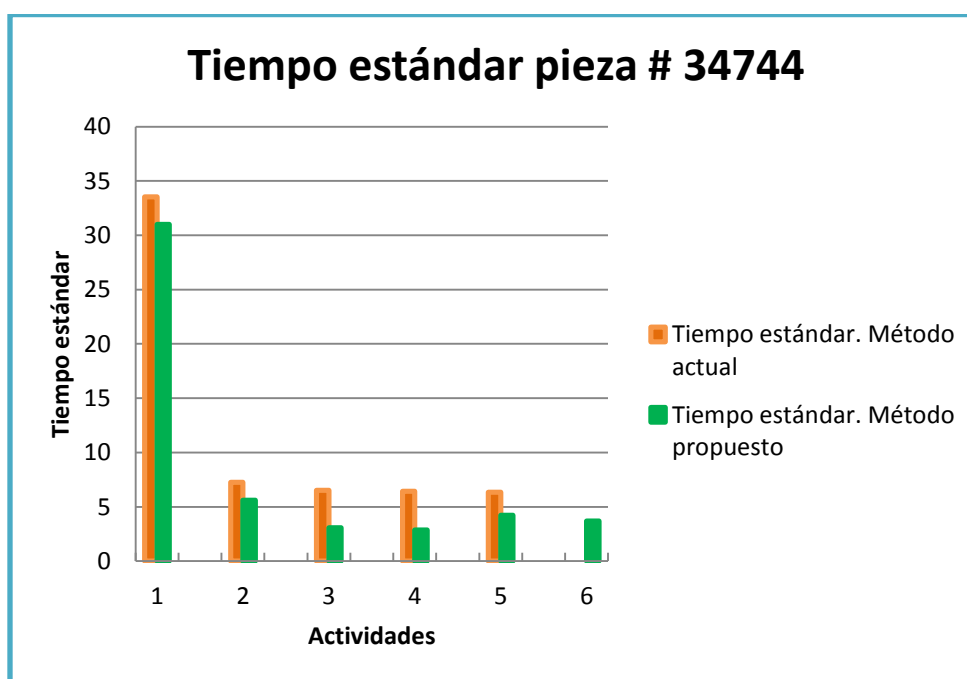
Al analizar el flujo de caja se puede observar que el caso es similar al número de pieza anterior, la inversión es mínima en comparación a las ganancias de la empresa por lo que la inversión se recupera rápidamente.

Con el Valor Presente Neto obtenido, se comprueba que la inversión es factible, de igual manera se espera ganar un 35% anual, sobre la inversión al realizar un proyecto por lo que también se utiliza para el Valor Presente Neto una tasa financiera del 2.92%.

Al evaluar el rendimiento de la inversión y la eficiencia de la misma, se obtiene un Retorno de la Inversión de 189.89 obteniendo un porcentaje de beneficios sobre la inversión de 18,989%, lo que demuestra que se recuperará el porcentaje del capital invertido en el proyecto.

6. Análisis gráfico tiempo estándar

Ilustración 22: Gráfica comparativa tiempo estándar 34744



Para la gráfica de tiempo estándar versus actividades para el número de pieza 34744, se puede observar que con el método propuesto se tiene una actividad más, sin embargo el tiempo por actividad siempre es menor que en el método actual, ya que para el método actual todas las actividades consumen más tiempo.

IX. Manejo de la resistencia al cambio

La resistencia al cambio es muy común entre empleados de cualquier empresa, ya que la mayoría de personas no se esfuerzan por implementar los cambios, debido a inseguridades personales, hábitos y en ocasiones, a su punto de vista el cambio no es lo que la empresa necesita.

Dentro de la empresa Anatek es muy común ver casos de resistencia al cambio en cuanto a nuevos métodos o herramientas de trabajo entre los empleados, ya que generalmente no se les da ninguna explicación del porqué del cambio y ellos no entienden o no están de acuerdo con la solución propuesta, por lo tanto se reusan a utilizarla. Por lo que al introducir estas dos herramientas al área laboral se tomaron en cuenta varios aspectos para reducir esta actitud de resistencia. Entre los cuáles se puede mencionar la educación, comunicación y participación.

Se tomó muy en cuenta la comunicación con los empleados, para que ellos participaran en las decisiones en cuanto a diseño de las herramientas, ya que son ellos quienes las utilizarán. De esta manera la participación de quienes tienen que ver directamente con la utilización de la herramienta, los motiva a implementar los cambios para los cuales ellos pudieron contribuir y les permite conocer un poco más de la razón por la cual se están realizando los cambios, mostrándoles la raíz del problema y los beneficios que se obtienen al erradicarlo.

Tomando en cuenta la opinión de los empleados no solo se les motiva a participar sino que a la vez se les educa sobre el proceso de producción y la importancia de volver el mismo más eficiente. Esto logra que ellos se comprometan al ver cambios positivos.

Luego de diseñar, construir y utilizar las herramientas se les preguntó a los empleados que pensaban de la nueva forma de trabajar y como les afectaba a ellos, a lo cual respondieron de manera positiva, lograron comprender la razón de los cambios y ellos mismos vieron los resultados.

X. Conclusiones

1. En el área de corte y pelado de alambre para el número de pieza 34744 se ahorra un 26.66% de tiempo estándar, lo que permite que el operario haga más en el mismo tiempo haciendo uso de la herramienta propuesta, aprovechando de esta manera todos los recursos disponibles para optimizar el proceso de producción, disminuyendo también la mano de obra necesaria en esta área.
2. Al utilizar la herramienta en el área de empaque propuesta para el número de pieza 35218 se logra ahorrar un 64.56% de tiempo estándar, lo que permite que el operario realice más del doble de trabajo en el mismo tiempo, eliminando así actividades ineficientes y logrando mejorar el tiempo total de operación.
3. Con el uso de las nuevas herramientas solamente en estas dos áreas se tiene un ahorro de material extra de hasta 80% en palillos y paletas de madera. Al implementar este tipo de herramientas en piezas similares se podría lograr ahorrar mucho más material en los diferentes departamentos de la empresa.
4. Antes de contar con las herramientas de trabajo la empresa poseía registros de retrasos por envío de hasta 17% de las órdenes, actualmente con la implementación de la herramienta 35218 este factor se ha reducido a 10%; logrando una disminución del 7%.
5. El uso correcto de las herramientas propuestas, brinda varias ventajas tanto al proceso de producción, como a la empresa y al cliente finalmente, ya que no sólo se ahorra una cantidad de tiempo considerable con ambas herramientas lo cual permite a la empresa distribuir la mano de obra en otra área que lo

necesite, sino que también reduce la posibilidad de retrasos por envío, evitando de esta manera perjudicar al cliente.

6. Se utilizaron tres diferentes formas de analizar el proceso para este estudio, las cuales fueron diagrama de procesos, diagrama bimanual y estudio de tiempos, ya que permiten analizar el problema desde diversos ángulos y se tomó la decisión de hacer los diagramas antes y después de la herramienta para comparar de esta manera que cambios positivos o negativos se tuvieron, que mejoró, que empeoró y que permaneció igual.
7. Los costos por gastos, multas y pérdidas disminuyen con el uso de ambas herramientas al igual que la cantidad de operarios necesaria para hacer dicho trabajo, mientras que la posibilidad de firmar más contratos y mayores ganancias aumenta, ya que para el cliente después de la calidad del producto lo más importante es la puntualidad de entrega y es de los principales factores decisivos.
8. Al utilizar ambas herramientas se ve reflejado en el flujo de caja y el vpn, los beneficios monetarios que las mismas proporcionan a la empresa, ya que se obtienen mayores ganancias mensualmente y la inversión se recupera rápidamente.

XI. Recomendaciones

1. Se recomienda implementar la idea de estas herramientas a los diferentes números de pieza similares, para lograr de esta manera optimizar el proceso de producción completo en los lugares en dónde se encuentren este tipo de retrasos o cuellos de botella, haciendo uso óptimo del tiempo del operario y aumentando la producción total.
2. Se recomienda capacitar al operario para que logre identificar actividades ineficientes y reportarlas a los supervisores con el fin de eliminar todos los posibles retrasos en cada etapa del proceso de producción.
3. Se recomienda motivar al empleado a participar en las actividades de implementación de mejoras, para evitar de esta manera la resistencia al cambio e informarles de la importancia de optimizar procesos.

XII. Bibliografía

Chase, Richard B; Jacobs, Robert; Aquilano, Nicholas J. 2009. *Administración de operaciones, producción y cadena de suministro*. 12va. Edición. México D.F. McGraw Hill. 776 págs.

Lambour Peñalonzo, Rodolfo A, 2000. *Aumento de la productividad de una fábrica de velas aromáticas, por medio de la optimización de procesos de manufactura*. Facultad de ciencias y humanidades, Depto. de Ingeniería Industrial, U.V.G. 76 págs.

Niebel, Benjamin W; Freivalds, Andris. 2009. *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo*. 12va. Edición. México D.F. McGraw Hill. 586 págs.

Pivaral Mazariegos, María E, 2000. *Evaluación y optimización de la línea de empaque de pan en una industria panificadora*. Facultad de Ciencias y Humanidades, Depto. de Ingeniería , U.V.G. 98 págs.

Robbins, Stephen P; Coulter, Mary. 2010. *Administración*. 10ma. Edición. México. Pearson Educación. 584 págs

XIII. Apéndice

Ilustración 23: case 35218-50

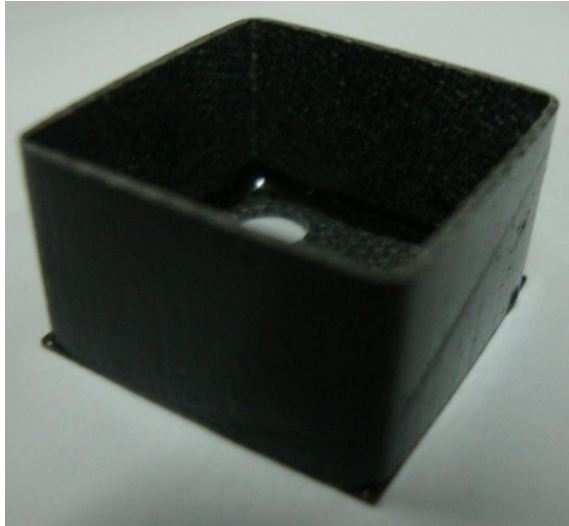


Ilustración 24: Insert CBL-256-6

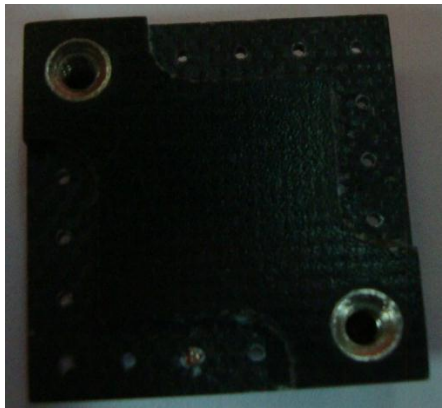


Ilustración 25: Pin de alambre # 16



Ilustración 26: Resina fenólica



Tabla 28: Costos mensuales 35218 método actual

Tabla de costos mensuales antes de contar con la herramienta 35218 en el área de empaque					
		ingresos	gastos	costos	pérdidas
Salarios incluido cuota patronal y prestaciones de operarios (4 operarios) mensual				Q11,600	
Material directo mensual				Q980	
Gasto por envío mensual			Q6,400		
Gasto por envío doble (segundo envío el día lunes) mensual 50%			Q3,200		
Gastos Administrativos			Q9,000		
Supervisor de área				Q6,000	
Costos indirectos de fabricación mensuales				Q8,600	
Al momento que el cliente cancela lotes (17% mensual):					
	pérdida por lotes cancelados mensual (17%)				Q81,600
	pérdida de material utilizado para fabricar las piezas no reciclable mensual (17%)				Q40,800
	pérdida de tiempo de mano de obra mensual (17%)				Q1,972
	pérdida de costos indirectos mensual (17%)				Q3,725
Ganancias mensuales		Q480,000			
Ganancia neta					
	Ingresos - costos - gastos - pérdidas	Q306,123			
Total perdido mensual		Q128,097			

Tabla 29: Costos mensuales 35218 método propuesto

Tabla de costos mensuales después de contar con la herramienta 35218 en el área de empaque					
		ingresos	gastos	costos	pérdidas
Salarios incluido cuota patronal y prestaciones de operarios (2 operarios) mensual				Q5,800	
Material directo mensual				Q588	
Gasto por envío mensual			Q6,400		
Gasto por envío doble (segundo envío el día lunes) 25 % mensual			Q1,600		
Gastos administrativos			Q9,000		
Supervisor de área				Q6,000	
Costos indirectos de fabricación mensuales				Q8,600	
Al momento que el cliente cancela lotes (10% mensual):					
	Pérdida por lotes cancelados mensual (10%)				Q48,000
	Pérdida de material utilizado para fabricar las piezas no reciclable mensual (10%)				Q24,000
	Pérdida de tiempo de mano de obra mensual (10%)				Q290
	Pérdida de costos indirectos mensual (10%)				Q2,191
Ganancias mensuales		Q480,000			
15% extra del valor del lote (50% mensual)		Q60,000			
Ganancia neta					
	Ingresos - costos - gastos - pérdidas			Q427,531	
Total perdido mensual				Q74,481	

Tabla 30: Costos mensuales 34744 método actual

Tabla de costos mensuales antes de contar con la herramienta 34744 en el área de corte y pelado de alambre					
		ingresos	gastos	costos	pérdidas
prestaciones de operarios (2 operarios) mensual				Q5,600	
prestaciones de operario de inspección (1 operario) mensual				Q2,700	
Material directo mensual				Q300	
Gastos Administrativos			Q11,250		
Supervisor de área				Q5,000	
Costos indirectos de fabricación mensuales				Q10,750	
Por error humano (10% mensual):					
	Pérdida de ganancias por error humano (10% mensual)				Q80,000
	pérdida de material utilizado para fabricar las piezas (no reciclable) mensual (10%)				Q44,000
	pérdida de tiempo de mano de obra mensual (10%)				Q1,110
	pérdida de costos indirectos mensual (10%)				Q1,075
Al momento que el cliente cancela lotes (8% mensual):					
	pérdida por lotes cancelados mensual (8%)				Q64,000
	pérdida de material utilizado para fabricar las piezas no reciclable mensual (8%)				Q35,200
	pérdida de tiempo de mano de obra mensual (8%)				Q888
	pérdida de costos indirectos mensual (8%)				Q1,776
Ganancias mensuales		Q800,000			
Ganancia neta					
	Ingresos - costos - gastos - pérdidas			Q536,351	
Total perdido mensual				Q228,049	

Tabla 31: Costos mensuales 34744 método propuesto

Tabla de costos mensuales después de contar con la herramienta 34744 en el área de corte y pelado de alambre					
		ingresos	gastos	costos	Pérdidas
Salarios incluido cuota patronal y prestaciones de operarios (1 operario) mensual				Q2,800	
Salarios incluido cuota patronal y prestaciones de operario de inspección (1 operario) mensual				Q2,700	
Material directo mensual				Q60	
Gastos Administrativos			Q11,250		
Supervisor de área				Q5,000	
Costos indirectos de fabricación mensuales				Q10,750	
Al momento que el cliente cancela lotes (2% mensual):					
	Pérdida por lotes cancelados mensual (2%)				Q16,000
	Pérdida de material utilizado para fabricar las piezas no reciclable mensual (2%)				Q8,800
	Pérdida de tiempo de mano de obra mensual (2%)				Q110
	Pérdida de costos indirectos mensual (2%)				Q444
Ganancias mensuales		Q800,000			
Ganancia neta					
	Ingresos - costos - gastos – pérdidas			Q742,086	
Total perdido mensual				Q25,354	

