

**INCREMENTO DE LA RATA DE PRODUCCIÓN DE BUNDLES EN LA PLANTA  
DE LAVAPLATOS DE PROCTER & GAMBLE**

**CARLOS EDUARDO ÁLVAREZ PATIÑO**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN  
MEDELLÍN  
2011**

**INCREMENTO DE LA RATA DE PRODUCCIÓN DE BUNDLES EN LA PLANTA  
DE LAVAPLATOS DE PROCTER & GAMBLE**

**CARLOS EDUARDO ÁLVAREZ PATIÑO**

**Proyecto de grado presentado para optar al título de  
Ingeniero de Producción**

**Asesor: Javier Mejía Nieto  
Ingeniero de producción**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN  
MEDELLÍN  
2011**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Medellín, octubre de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los operarios de la planta lavaplatos de Procter & Gamble por su disposición para ayudar y por sus ganas de mejorar continuamente.

A Juan Sebastián Vélez, gerente de la planta de lavaplatos y líder del pilar de WPI por sus enseñanzas y sus consejos.

A Javier Mejía, mi asesor, por el acompañamiento y constante motivación en la realización del proyecto.

A Rafael Uribe, gerente de recursos humanos, por su disposición para orientarme a pesar de su escaso tiempo.

Muy especialmente a mi tío Lino Patiño por su apoyo incondicional que impulsó mi desarrollo profesional.

A mis padres, mi hermano y mis tías que siempre me alentaron en los momentos más difíciles, reenfocándose nuevamente en mis metas.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	<b>16</b>
1.1 HISTORIA.....	16
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1 KAIZEN.....	19
2.1.1 Kaizen y gerencia .....	20
2.1.2 Proceso versus resultado .....	20
2.1.3 Ciclos PDCA/SDCA.....	20
2.1.4 Primero la calidad.....	21
2.1.5 Hablar con datos. ....	21
2.1.6 El proceso siguiente es el cliente .....	21
2.2 ADMINISTRACIÓN DE LA CAPACIDAD .....	22
2.2.1 Planeación de la capacidad.....	22
2.3 DIAGRAMAS DE CAUSA EFECTO .....	23
2.4 ANÁLISIS 5W-2H .....	24
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CREMA LAVAPLATOS .....	24
2.5.1 Zona Malacate.....	27
2.5.2 Zona de Preparación .....	27
2.5.3 Zona de llenado.....	28
2.5.4 Zona de termoencogido.....	28
2.5.5 Zona de empaque .....	29
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>30</b>
<b>4. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	<b>32</b>
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	32
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	32

<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
6.1 PREPARACIÓN.....	33
6.2 ENTENDER LA SITUACIÓN .....	33
6.3 RESTABLECER EL PROCESO DE TRABAJO.....	34
6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA .....	34
6.5 ESTANDARIZAR Y EDUCAR .....	34
<b>7. ALCANCE .....</b>	<b>35</b>
<b>8. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>36</b>
8.1 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE MALACATE	38
8.1.1 Personal que participa y funciones.....	38
8.1.2 Determinación de parámetros en la zona de malacate .....	38
8.1.3 Capacidad del operario auxiliar de planta .....	39
8.2 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE PREPARACIÓN .....	40
8.2.1 Personal que participa y funciones.....	40
8.2.2 Determinación de parámetros en la zona de preparación .....	40
8.2.3 Capacidad del operario de preparación.....	41
8.3 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE LLENADO..	42
8.3.1 Personal que participa y funciones.....	42
8.3.2 Determinación de parámetros en la zona de llenado .....	42
8.3.3 Capacidad del operario de la llenadora.....	43
8.3.4 Paros de proceso en la zona de llenado .....	43
8.4 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE TERMOENCOGIDO .....	44
8.4.1 Personal que participa y funciones.....	44
8.4.2 Problemas actuales en la zona de termoencogido.....	48
8.5 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE EMPAQUE.	48
8.5.1 Personal que participa y funciones.....	48
8.6 DIAGRAMA RESUMEN - EFFORT BALANCE CHART .....	50
8.7 ANÁLISIS 6W-2H, ESPINA DE PESCADO Y ANÁLISIS ¿POR QUÉ? ¿POR QUÉ?.....	52
8.8 COSTOS ASOCIADOS A LA TERCERIZACIÓN .....	57

<b>9. PROPUESTAS DE MEJORA</b> .....	<b>58</b>
9.1 MODIFICACIÓN DEL LAYOUT DE OPERACIÓN.....	58
9.2 EXTENSIÓN DE LA MESA DE TERMOENCOGIDO .....	60
9.3 FABRICACIÓN DE UNA CAMPANA EN ACERO PARA DIRECCIONAR EL CALOR DEL TÚNEL.....	61
9.4 FABRICACIÓN DE SOPORTES PARA LOS SECADORES INDUSTRIALES .....	64
9.5 FABRICACIÓN DE 40 ADITAMENTOS FABRICADOS EN TEFLÓN .....	66
9.5.1 Prueba piloto con la instalación de las tapas de madera en la banda del túnel .....	67
9.6 ALARGAMIENTO DEL CHASIS DEL TÚNEL DE TERMOENCOGIDO .....	77
9.7 LAYOUT CON CAMBIOS.....	78
<b>10. REVISIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>80</b>
10.1 RECEPCIÓN DE EQUIPOS .....	80
10.2 LISTA DE DEFECTOS .....	80
10.3 PRUEBAS ESTÁTICAS.....	81
10.4 PRUEBAS DINÁMICAS.....	81
10.5 CORRIDAS DE DEFINICIÓN .....	82
10.6 CORRIDAS DE DEMOSTRACIÓN.....	82
10.7 CALIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN.....	83
10.8 RESUMEN DE RESULTADOS.....	83
10.8.1 Tiempo de ciclo .....	83
10.8.2 Capacidad utilizada .....	84
10.8.3 Impacto del aumento en la rata de producción en el área de termoencogido y empaque .....	85
10.8.4 Costos asociados a la tercerización .....	89
<b>11. CONCLUSIONES</b> .....	<b>90</b>
<b>12. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>93</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tiempo de ciclo o tiempo para consumir un batch .....	37
Tabla 2. Formato para determinar parámetros, operario: auxiliar de planta .....	39
Tabla 3. Capacidad utilizada operario auxiliar de planta .....	40
Tabla 4. Formato para determinar parámetros, operario: preparador .....	41
Tabla 5 Capacidad utilizada operario preparación .....	42
Tabla 6. Formato para determinar parámetros, operario: llenadora.....	42
Tabla 7. Capacidad utilizada operario llenadora .....	43
Tabla 8. Tiempo promedio de los paros de proceso ocasionados por la solidificación de la crema .....	44
Tabla 9. Mangas de polietileno por minuto puestas por cada operario.....	45
Tabla 10. Bundles montados en tapas por operario .....	47
Tabla 11. Número de bundles introducidos al túnel por minuto. ....	47
Tabla 12. Histórico de revisión de acuerdo al TAMU. ....	49
Tabla 13 bundles/min revisados. ....	50
Tabla 14. Bundles empacados/min.....	50
Tabla 15. Costos asociados a la tercerización.....	57
Tabla 16. Resultados obtenidos en la prueba con la campana para direccionar el calor del túnel.....	63
Tabla 17. Resultados obtenidos en la prueba con los soportes para los secadores industriales.....	65
Tabla 18. Tiempo de ciclo durante la prueba piloto .....	67
Tabla 19. Formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto para el operario auxiliar de planta. ....	68
Tabla 20. Capacidad operario auxiliar de planta, durante la prueba piloto .....	69
Tabla 21. Formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario de preparación. ....	70
Tabla 22. Capacidad utilizada del preparador durante la prueba piloto .....	71
Tabla 23. Formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario de llenadora.....	72

Tabla 24. Capacidad utilizada del operario de llenadora durante la prueba piloto.	73
Tabla 25. Bundles/min transferidos por el operario.....	74
Tabla 26. Bundles con manga/min.....	75
Tabla 27. Bundles introducidos al túnel /min .....	75
Tabla 28. Bundles empacados /min.....	76
Tabla 29. Puestos de operación antes y después de las mejoras .....	79
Tabla 30. Tiempo de ciclo antes y después de las mejoras.....	83
Tabla 31. Capacidad utilizada antes y después de las mejoras, de los operarios: Auxiliar de planta, preparador y de llenado.....	85
Tabla 32. Aumento en bundles/min transferidos.....	85
Tabla 33. Aumento en bundles con manga/min.....	86
Tabla 34. Bundles/min introducidos al túnel por operario. ....	87
Tabla 35. Bundles/min empacados por operario.....	88
Tabla 36. Ahorros logrados con el proyecto .....	89

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema secuencial de las operaciones necesarias para la producción de la crema lavaplatos. ....	25
Figura 2. Proceso de elaboración de la crema lavaplatos .....	26
Figura 3. Malacate para transporte de las materias primas sólidas necesarias para la producción de la crema lavaplatos. ....	27
Figura 4. Bundle (sin camisa de polietileno) .....	29
Figura 5. Bundle (con camisa de polietileno) .....	29
Figura 6. Distribución del personal para la producción de bundles .....	36
Figura 7. Gráfica causas paros de proceso .....	43
Figura 8. Tapas de madera para bundles .....	46
Figura 9. Effort balance chart.....	51
Figura 10. Análisis 6W-2H .....	53
Figura 11. Espina de pescado .....	54
Figura 12. Análisis ¿Por qué? ¿Por qué? .....	55
Figura 13. Layout propuesto- eliminación puesto de transfer. ....	59
Figura 14. Propuesta de alargamiento de la mesa de termoencogido .....	60
Figura 15. Campana para direccionar el calor del túnel.....	62
Figura 16. Soporte para secadores industriales .....	65
Figura 17. Cambio de tapas de madera por aditamentos de teflón .....	77
Figura 18. Alargamiento en el chasis del túnel .....	78
Figura 19. Layout de operación después de las mejoras.....	79
Figura 20. Defecto en guarda de seguridad.....	81
Figura 21. Reducción de los paros de proceso en la planta lavaplatos .....	84

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. CHECK LIST PRUEBAS ESTÁTICAS .....	94
ANEXO B. CHECK LIST PRUEBAS DINÁMICAS .....	99

## GLOSARIO

**BATCH:** Tanda de productos que se hacen consecutivamente.

**BUFFER:** Es un tanque que almacena la crema lavaplatos previamente preparada, su función es servir como intermediario entre la llenadora y la zona de preparación con el fin de garantizar una operación continua.

**BUNDLE:** La palabra inglesa bundle traduce paquete. Un bundle es un paquete de dos cocas, es decir cuando un operario monta una coca de lavaplatos sobre otra.

**COCA:** Término utilizado en Procter & Gamble para referirse al recipiente que contiene la crema lavaplatos.

**CRUTCHER:** Es el tanque en el cual se realiza la mezcla de las materias primas necesarias para la producción de la crema lavaplatos.

**EFFORT BALANCE CHART:** Es una herramienta utilizada por el pilar de WPI en la compañía Procter & Gamble, sirve para resumir los tiempos observados de los operarios.

**MALACATE:** Se le denomina malacate al sistema de transporte utilizado para subir las materias primas en polvo desde el primer piso hasta el tercer piso.

**MANGA DE POLIETILENO:** También conocida como camisa de polietileno. Es el recubrimiento hecho de polietileno termoencogible cuya función es unir los bundles luego de pasar por un túnel de termoencogido.

**PILAR DE WPI:** WPI es Work Process Improvement por sus siglas en inglés, es uno de los pilares de la filosofía TPM adaptada por P&G y se encarga del mejoramiento de los procesos mediante herramientas de mejoramiento continuo.

**POLIETILENO:** Es el polímero más simple y es uno de los plásticos más comunes, una de sus propiedades es el efecto térmico de memoria, sus usos más comunes son las películas termoencogibles, aislantes y empaques.

**TERCERIZACIÓN:** Proceso en el cual una empresa destina los recursos, con el fin de cumplir determinada tarea, a una empresa externa por medio de un contrato

**TIEMPO DE CICLO:** Es el tiempo para consumir un batch.

**TÚNEL DE TERMOENCOGIDO:** Equipo que posee resistencias que irradian calor y encogen la manga de polietileno ajustándola a las cocas.

**VELOCIDAD DE LLENADO:** Se refiere a la cantidad de cocas llenadas en una unidad de tiempo.

## INTRODUCCIÓN

Procter & Gamble es una de las compañías líderes en el mercado de productos de consumo masivo a nivel mundial presente en más de 160 países; a través de los años ha generado utilidades para sus accionistas lo que habla de una organización juiciosa y responsable comprometida con la mejora continua y el bienestar de sus trabajadores.

La compañía está llamada a ser uno de los principales motores de crecimiento en América Latina y para el año 2012 planea el lanzamiento de nuevos productos en la región.

P&G está presente en Colombia con una planta que produce detergente en polvo y líquido, y lavaplatos en barra y crema. Como parte de la estrategia de expansión en América Latina P&G lanzó en 2010 las marcas de Febreze (ambientador) y Salvo (lavaplatos en crema) éste último fabricado en Colombia.

El pensamiento de la alta gerencia de P&G es exportar más desde Medellín y P&G Industrial Colombia deberá estar preparado.

Por esta razón Procter & Gamble Industrial Colombia está comprometido con el mejoramiento continuo en todos sus procesos, buscando siempre aumentar de manera positiva los indicadores de las sub- plantas existentes en P&G Medellín con el fin de satisfacer la creciente demanda.

Entendiendo el contexto global y las necesidades de la compañía a nivel mundial se ha propuesto el desarrollo del presente proyecto de grado que busca aumentar la capacidad de la planta lavaplatos para la producción de bundles (paquetes de

dos cocas unidos por una película de polietileno), debido a que su baja capacidad le obliga a subcontratar el proceso de termoencogido de la película de polietileno lo que genera altos costos para la compañía.

Para la consecución del objetivo inicialmente planteado, se realizó una determinación de parámetros en la cual se observaron algunos tiempos de las actividades realizadas por los operarios con el fin de evitar que un posible aumento en la tasa de producción generara condiciones inseguras para los operarios, y que a su vez éstas derivaran en incapacidad laboral por el aumento en la carga de trabajo; con lo anterior se logró garantizar que un aumento de capacidad fuera soportado por la operación sin riesgos. Posteriormente se procedió a identificar y analizar las causas de la baja capacidad identificando cuales eran las restricciones en el proceso y se realizaron diferentes mejoras apuntando a un aumento en la capacidad. Con las mejoras se logró una disminución en el tiempo de ciclo y se redujeron los paros de proceso que eran producidos por el alto tiempo de ciclo anterior que hacía que la crema se secase y obstruyera las tuberías obligando a los operarios a desmontarlas y lavarlas. Paralelamente, se logró el aumento deseado de capacidad eliminando así los costos asociados a la tercerización. Además, gracias a las mejoras realizadas se logró mejorar la calidad del termoencogido aunque no era la prioridad del proyecto.

Todas las mejoras fueron evaluadas previamente mediante pruebas piloto con el fin de garantizar una operación exitosa.

Al final del proyecto se alcanzaron los distintos objetivos planteados, dando como resultado el aumento de capacidad deseado, y eliminando así la subcontratación que generaba altos costos a la compañía.

# 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

## 1.1 HISTORIA

La compañía Procter & Gamble fue fundada en Cincinnati, Ohio por un inmigrante inglés llamado William Procter, y un inmigrante irlandés llamado James Gamble. Ambos hombres habían llegado a Cincinnati por separado y habían fundado negocios exitosos, Procter como fabricante de velas y Gamble como fabricante de jabones. Luego de casarse con hermanas, formaron una sociedad en 1837. En ese tiempo, Cincinnati, conocida como “Porkopolis”, era el centro productor de carne más grande del país, permitiendo así el acceso barato a grasa animal, materia prima básica en la fabricación de velas y jabones. Esto atrajo muchos nuevos interesados, de forma que para 1845, P&G tuvo que competir con otros 14 fabricantes locales de marcas sin nombre de jabón y velas. Para diferenciarse de los demás P&G se embarcó en una estrategia de inversión agresiva construyendo una de las más grandes fábricas en los años 1850 a pesar de los rumores de una guerra civil inminente. Durante la guerra P&G operó durante el día y la noche para suplir a los soldados de la Unión, y para el final de la guerra las ventas se habían más que quintuplicado a más de \$1 millón de dólares. Cuando los soldados retornaron a casa cargando productos de alta calidad, distinguidos por sus característicos empaques de luna y estrellas, P&G rápidamente desarrolló una reputación nacional.

Desde sus inicios, P&G se enfocó en la innovación del producto. En 1879, el hijo de Gamble, James Norris McLean Gamble, químico de formación, desarrolló Ivory, el primer jabón estadounidense comparable a los jabones finos importados de Europa. James transformó los procesos de producción del jabón de P&G – y de velas – de un arte a una ciencia solicitando la ayuda de profesores de Química. Ivory, primero vendido nacionalmente en 1882 por su pureza superior, transformó a P&G en un productor de marcas de primera. Una producción a gran escala de

Ivory comenzó en una enorme nueva planta, Ivorydale, en 1887 para satisfacer la rápida creciente demanda nacional. P&G también innovó al establecer una fuerza de ventas directa en 1919, eliminando la mediación de mayoristas. La distribución directa de la fábrica a las tiendas mejoró la comprensión hacia P&G de los clientes minoristas y permitió los departamentos de la compañía en 1924<sup>1</sup>.

En 1946, P&G introdujo Tide al mercado, su producto más importante desde el lanzamiento de Ivory. Tide era notablemente superior a los otros productos del mercado, razón por la cual el éxito no se hizo esperar. La gran aceptación del producto contribuyó en gran medida al rápido crecimiento de la empresa, que se vio reflejado no sólo en el lanzamiento de nuevas líneas de productos sino también en la expansión hacia nuevos mercados en todo el mundo.

En los años posteriores al lanzamiento de Tide, P&G dejaba su marca en los distintos negocios que emprendía. Crest, primera pasta dentífrica con flúor, alcanzó el liderazgo en el mercado en virtud de un aval sin precedentes de la Asociación Odontológica Estadounidense (American Dental Association). La tecnología de la empresa para la elaboración de pulpa impulsó su crecimiento en el negocio de las toallas de papel y el papel higiénico. Con el lanzamiento de Pampers en 1961, P&G se convirtió sin duda alguna en el inventor de los pañales desechables. Por otra parte, la empresa fortaleció sus negocios existentes. Para esto, incursionó en nuevos rubros de comidas y bebidas (que se evidencia notablemente en la adquisición de Folger's Coffee en 1963) y consolidó la sólida reputación alcanzada en productos de lavado con la introducción de Downy, su primer suavizante para telas.

No obstante, lo más importante era la atención, cada vez mayor, que la empresa dedicaba a sus negocios internacionales. P&G comenzó a establecer empresas,

---

<sup>1</sup> PROCTER & GAMBLE. Historia. < [http://es.enc.tfode.com/Procter\\_&\\_Gamble](http://es.enc.tfode.com/Procter_&_Gamble) > [citado el 23 de noviembre de 2011]

primero en México, luego en Europa y Japón, con la firme convicción de que, para alcanzar el éxito en nuevos mercados geográficos, era preciso desarrollar operaciones en los países en cuestión. En 1980, P&G ya operaba en 23 países de todo el mundo; las ventas casi alcanzaban los 11.000 millones de dólares estadounidenses y la empresa obtenía ganancias por un monto 35 veces mayor que el obtenido en el año 1945.

En 1987, en la víspera de sus 150 años, P&G ya era una empresa internacional y estaba preparada para atravesar el período de crecimiento más espectacular de su historia. La empresa, que había comenzado como una pequeña sociedad en la región central de EE.UU., fue creciendo hasta convertirse en una de las corporaciones multinacionales más importantes del país. Este dinámico período estuvo marcado por dos cambios importantes. En primer lugar, la empresa pasó a desempeñar un papel importante en el ámbito de la salud (mediante la adquisición de Norwich Eaton Pharmaceuticals y Richardson-Vicks, y la apertura en Cincinnati del Centro de Investigación en Salud); así como en el mercado de los cosméticos y perfumes (con la adquisición de Noxell, Max Factor, Ellen Betrix y Giorgio of Beverly Hills). En segundo lugar, P&G amplió sus planes de globalización. La empresa creó una red mundial de investigación y desarrollo, con centros de investigación en Estados Unidos, Europa, Japón y América Latina, además de desarrollar una sólida plataforma conformada por grandes e importantes marcas con un bien ganado prestigio internacional.

Las adquisiciones más recientes de la primera década del nuevo milenio: Clairol, Wella y Gillette, han incrementado el portafolio de marca de P&G, entre las que se encuentran Pantene Pro-V, Always/Whisper, Ariel y Tide, Crest, Pampers, Vicks, Olay, Herbal Essences, Wella, Oral-B, Gillette y Duracell<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> PROCTER & GAMBLE. Descubre la historia de P&G.  
<[http://www.pg.com/es\\_ES/history/jsp/ourhistory\\_spain\\_3.shtml](http://www.pg.com/es_ES/history/jsp/ourhistory_spain_3.shtml)>. [Citado el 14 de octubre de 2011]

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 KAIZEN

“En japonés, Kaizen significa mejoramiento continuo. La palabra implica mejoramiento que involucra a todas las personas- tanto gerentes como trabajadores- y ocasiona un gasto relativamente pequeño”<sup>3</sup>.

La palabra kaizen significa Kai “cambio” Zen “bueno”, es una filosofía enfocada al mejoramiento continuo de los procesos con modificaciones pequeñas que permitan mejorar la calidad y reducir los costos. La filosofía kaizen ha permitido a lo largo del tiempo a las empresas lograr un ambiente de trabajo mejor, disminuir condiciones inseguras para los operarios, incrementar la capacidad de las plantas y con esto disminuir las horas extras que debían trabajar para cumplir con los pedidos, además existe un efecto motivador en el que los operarios se sienten parte de la empresa y contribuyen al mejoramiento de la misma.

Los siguientes son los conceptos y sistemas básicos de los que debe partir la gerencia para la ejecución de la estrategia kaizen:

- Kaizen y gerencia.
- Proceso versus resultado
- Seguir los ciclos PDCA/SDCA
- Primero la calidad.
- Hablar con datos
- El proceso siguiente es el cliente

---

<sup>3</sup> IMAI, Masaaki. Cómo implementar el kaizen en el sitio de trabajo (gemba). Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, 2003, p. 2.

### **2.1.1 Kaizen y gerencia**

La gerencia cumple dos funciones importantes, el mantenimiento y el mejoramiento.

Por mantenimiento se entiende que la gerencia debe conservar los estándares existentes ya sean de carácter operacional, gerencial o tecnológico y velar por que dichos estándares se mantengan en el tiempo a través de la disciplina. La gerencia debe velar por que los estándares de operación sean claros y los operarios o cualquier otra persona los pueda seguir. El mejoramiento por su parte ayuda a reformar los estándares existentes. En la parte de mejoramiento se pueden distinguir dos conceptos: kaizen e innovación; entendemos kaizen como mejoramientos pequeños de bajo costo y la innovación como un mejoramiento que implica mayores costos como maquinaria nueva.

Lo realmente impactante es que muchas veces se concentran esfuerzos en innovar y no se piensa en que a los procesos actuales hay mucho por mejorarles, el kaizen es una forma de dar solución a pequeños problemas y mejorar continuamente a costos relativamente bajos.

### **2.1.2 Proceso versus resultado**

Kaizen cree en que los procesos son la base del mejoramiento, si los procesos mejoran se verán los resultados.

### **2.1.3 Ciclos PDCA/SDCA**

El ciclo PDCA significa por sus siglas: P (Plan-planear), D (Do-Hacer), C (Check-Chequear), A (Act-Actuar).

El ciclo SDCA significa por sus siglas: S (Standard-Estandarizar), D (Do-Hacer), C (Check-Chequear), A (Act-Actuar).

El ciclo garantiza un continuo movimiento hacia el mejoramiento, la función de la gerencia es establecer metas que reten a los operarios a seguir mejorando.

Antes de trabajar con el ciclo PDCA se debe pasar por el ciclo SDCA, básicamente el ciclo SDCA se utiliza cuando existen anormalidades en el proceso, lo fundamental del ciclo es que cuestiona a la gente si la falla ocurrió por no seguir o no tener un estándar, o si simplemente el estándar no es el correcto y debe modificarse. El principal propósito del ciclo SDCA es estabilizar el proceso, una vez estabilizado se puede pasar a trabajar con el ciclo PDCA. En conclusión el ciclo SDCA sirve para mantenimiento y el PDCA para mejoramiento.

#### **2.1.4 Primero la calidad**

La calidad debe ser la prioridad para la empresa, los gerentes no se deben dejar seducir por un bajo costo o un tiempo de entrega mayor, deben tener claro que un producto de buena calidad podrá competir.

#### **2.1.5 Hablar con datos.**

Los datos son fundamentales para conocer y entender los problemas, cuando se habla con datos se tiene certeza de cómo es la situación actual, y es la base sólida para proponer y cuantificar las mejoras.

#### **2.1.6 El proceso siguiente es el cliente**

La filosofía es entregar siempre un producto de calidad al cliente siguiente, cliente no es solo el externo (afuera en el mercado) sino interno (adentro de la empresa). Dentro de la empresa existen muchos clientes internos y la clave es entregarle al cliente siempre el mejor producto, sin defectos o información equivocada.

## 2.2 ADMINISTRACIÓN DE LA CAPACIDAD

“La capacidad en los negocios, en un sentido general, se suele considerar como la cantidad de producción que un sistemas es capaz de generar durante un periodo específico”<sup>4</sup>

La capacidad es un aspecto fundamental en una organización, si la capacidad no es la adecuada se pueden perder clientes al tener un servicio lento. Los problemas se presentan cuando hay baja o excesiva capacidad. Cuando la capacidad es baja, la empresa, en su afán de cumplir con la demanda, recurre a la subcontratación generando costos adicionales. Si la capacidad es alta, la fuerza de trabajo será subutilizada, el precio del producto tenderá a bajar y se incurrirá en exceso de inventario

El índice de utilización de la capacidad determina que tan cerca se está del mejor nivel de operación, entendiendo mejor nivel de operación como el máximo al que se puede llegar.

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Mejor nivel de operación}}$$

### 2.2.1 Planeación de la capacidad

#### 2.2.1.1 Consideraciones para aumentar la capacidad

##### a) Conservar el equilibrio del sistema

“Aunque es un aspecto difícil de lograr en los aumentos de capacidad se debe procurar conservar el equilibrio del sistema. En una planta en equilibrio perfecto,

---

<sup>4</sup> CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas y JACOBS F, Roberts. Administración de producción y operaciones: Manufactura y Servicios. Octava Edición. Santa Fe de Bogotá: Editorial McGraw Hill, 2000.

el producto de la etapa 1 es la cantidad exacta del insumo que requiere la etapa 2. El producto de la etapa 2, es la cantidad exacta del insumo que requiere la etapa 3, y así de manera sucesiva”<sup>5</sup>

### **b) Frecuencia de los aumentos de capacidad**

Los aumentos de capacidad se pueden dar en el corto, mediano o largo plazo. Para evaluar la estrategia del aumento de capacidad se deben considerar dos tipos de costos. El primero, el costo de aumentar la capacidad con demasiada frecuencia, y el segundo el costo de no hacerlo. Cuando se escala con mucha frecuencia los costos son altos debido a la modificación o adquisición de maquinaria. Los costos de no hacerlo, se traducen en pérdida de clientes por no cumplir con el volumen requerido.

### **c) Fuentes externas de capacidad**

En algunos casos puede que la empresa no necesite aumentar su capacidad, y para cumplir la demanda, se recurre a fuentes externas de capacidad bajo el modelo de subcontratación.

## **2.3 DIAGRAMAS DE CAUSA EFECTO**

“Sirven para ilustrar con claridad las diferentes causas que afectan un proceso, es conocido también como el diagrama de espina de pescado; el diagrama permite clasificar e identificar las causas por diferentes categorías, la más usada es la conocida como 5M’s (Materiales, Mano de obra, Máquinas, Medio Ambiente, Medios logísticos, Métodos). También se puede clasificar dependiendo de los pasos del proceso (actividades)”<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas y JACOBS F, Robert. Administración de producción y operaciones: Manufactura y Servicios. Octava Edición. Santa Fe de Bogotá: Editorial McGraw Hill, 2000.

<sup>6</sup> Agudelo T., L. F., & Escobar Bolívar, J. *Gestión por procesos*. Medellín: Los autores, 2006, p 89.

## 2.4 ANÁLISIS 5W-2H

Es una herramienta que sirve para analizar los problemas partiendo de una serie de preguntas, las cuales se muestran a continuación:

- What / ¿Qué?: Se escribe una breve descripción del problema
- When / ¿Cuándo?: ¿Cuándo se percibe el problema?, ¿en qué momento del día?, ¿a una hora específica?
- Where / ¿Dónde?: Se escribe en qué lugar se percibe el problema, en que maquina o lugar del proceso.
- Who / ¿Quién?: Se escribe a que personas le sucede el problema.
- How / ¿Cómo?: Se escribe cual es la diferencia con el estándar óptimo, o si el problema presenta un patrón de frecuencia.
- How much / ¿Cuánto?: Se escribe cuantos defectos se generan debido al problema o cuantas veces se repite el problema en un periodo de tiempo.
- Why / ¿Por qué?: Se escribe cual es la causa del problema.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CREMA LAVAPLATOS

Para la producción de la crema lavaplatos son necesarias varias operaciones, el esquema secuencial de dichas operaciones se muestra en la figura 1. Es importante aclarar que la operación de termoencogido sólo está presente cuando se fabrican bundles. En la figura 2 se ilustra el proceso de elaboración de la crema lavaplatos, por motivos de confidencialidad no se especifican tiempos, ni nombres de materias primas.

Figura 1. Esquema secuencial de las operaciones necesarias para la producción de la crema lavaplatos.

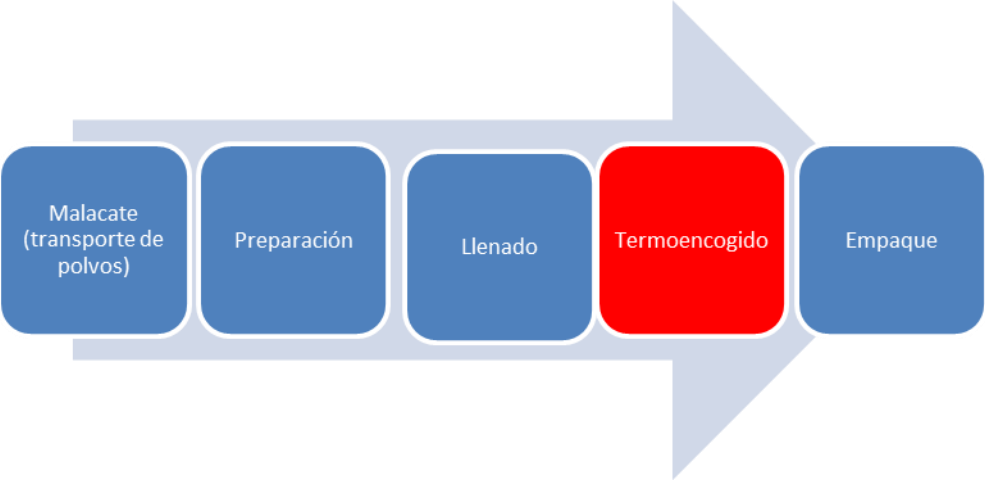
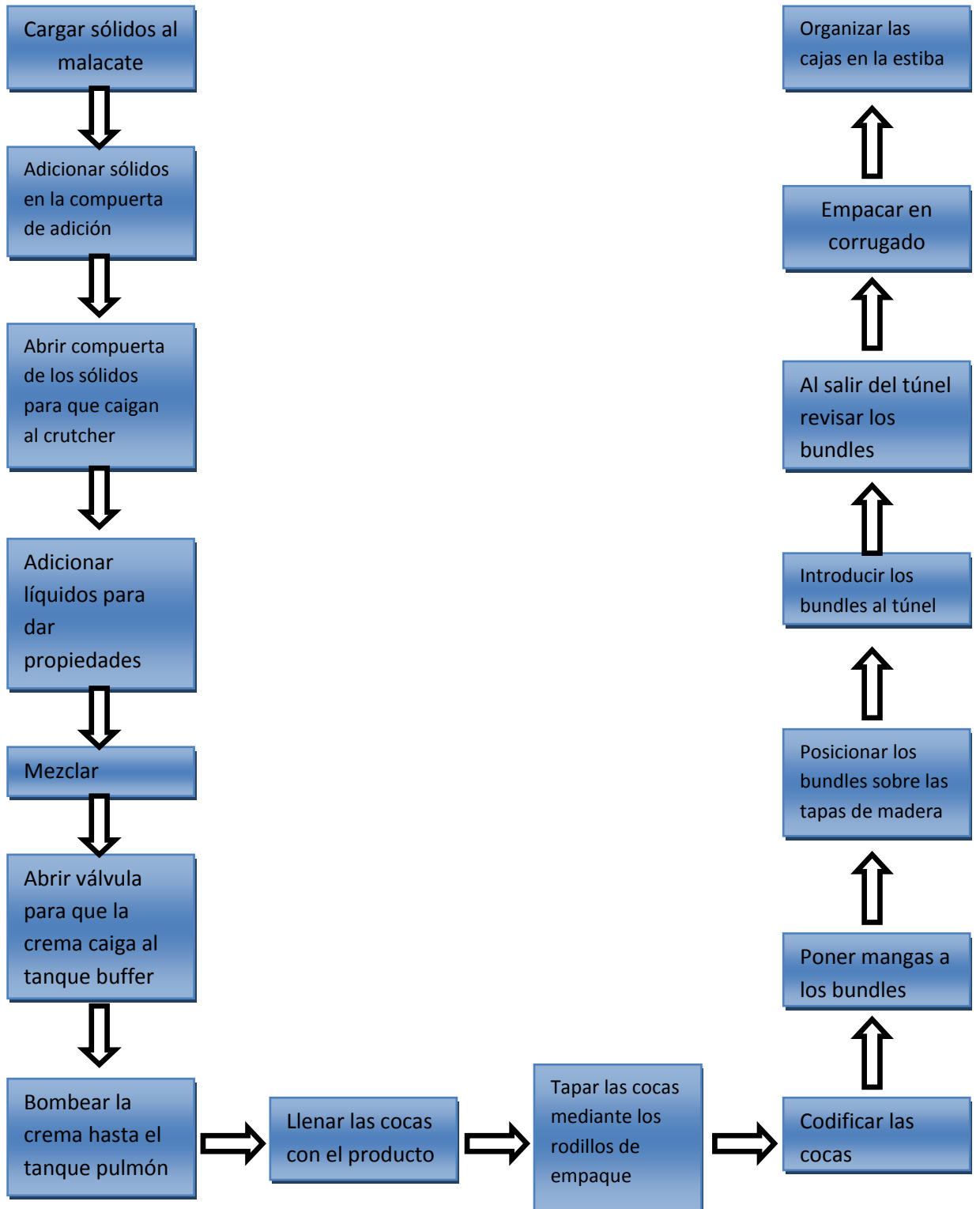


Figura 2. Proceso de elaboración de la crema lavaplatos



### **2.5.1 Zona Malacate**

La función principal es el transporte de las materias primas sólidas necesarias para la elaboración de la crema. El operario que realiza la función en ésta zona recibe el nombre de ayudante de plata, es el encargado de tomar los sacos que se encuentran en las estibas y manualmente ubicarlos dentro del malacate (ver figura 3). Cuando el malacate contiene los sacos necesarios para una batch, el operario cierra la puerta del malacate y lo activa para que éste transporte la carga hasta el tercer piso, donde el ayudante de preparación descargará los sacos que contienen la materia prima en la tolva.

Figura 3. Malacate para transporte de las materias primas sólidas necesarias para la producción de la crema lavaplatos.



### **2.5.2 Zona de Preparación**

La zona de preparación está ubicada en el segundo y tercer piso de la torre de preparación; en el tercer piso el operario de preparación está encargado de recibir los sacos con los polvos necesarios para la preparación de la crema y de descargarlos manualmente en la tolva de dosificación. Luego de descargar los sacos, el operario baja al segundo piso a preparar el producto, mediante un sistema computarizado prepara el batch, adicionando los líquidos como perfume,

agua y demás ingredientes que añaden características como olor, color, dureza y suavidad; el operario los mezcla en crutcher, y cuando la mezcla esta lista el operario acciona la válvula de descarga y la mezcla pasa al tanque buffer.

### **2.5.3 Zona de llenado**

En la zona de llenado, con la crema ya descargada en el tanque buffer, los dos operarios de llenadora se encargan de surtir las cocas y las tapas a la maquina llenadora (proceso manual) donde se envasará el producto, son los responsables del correcto funcionamiento de la maquina llenadora, vigilando que ésta no se atasque, que la crema no se derrame y que el peso de las cocas sea el correcto; con el fin de evitar paros no planeados durante la operación.

### **2.5.4 Zona de termoencogido**

La operación de termoencogido no siempre está presente en el proceso, debido a que solo participa cuando se necesitan hacer bundles, en la operación normal ésta etapa no está presente. La operación consiste en hacer paquetes de dos cocas (una encima de la otra) y luego revestirlas con la película de polietileno; posteriormente se hacen pasar por el túnel de termoencogido, el cual hace que la película se adhiera a las paredes de las cocas, uniéndolas. Un operario se encarga de pasar manualmente las cocas que salen de la llenadora tapadas y llenas a una mesa, allí se acumulan y tres operarios son los encargados de colocar las camisas de polietileno, dos operarios montan los bundles en tapas de madera, finalmente otro operario introduce los bundles manualmente en el túnel de termoencogido.

Figura 4. Bundle (sin camisa de polietileno)



Figura 5. Bundle (con camisa de polietileno)



### 2.5.5 Zona de empaque

La zona de empaque se compone por una banda que transporta las cocas y una encintadora que sella las cajas. Las cocas salen llenas de la llenadora y pasan por el sistema automático de tapado. Cuando no se hacen bundles, 3 operarios de empaque son los encargados de empacar las cocas llenas y tapadas en las cajas, cada caja tiene capacidad para 12 unidades. En la encintadora, un operario que no está vinculado a P&G se encarga de organizar en una estiba las cajas que salen selladas de la encintadora, cuando la estiba está completa el operario del montacargas la recoge y la lleva al centro de distribución de P&G. Sin embargo, en la producción de bundles, la distribución en esta zona es diferente a la salida del túnel un operario hace una inspección de calidad, mientras otro, empaqa los bundles revisados en las cajas de corrugado y luego las hace pasar por la encintadora.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

P&G divide su planta de Medellín en sub-plantas: Torre, empaque, barras & lavaplatos, detergentes y líquidos. Este problema está enmarcado en la planta de Barras & Lavaplatos que consta a su vez de dos plantas independientes pero que para efectos administrativos y de volumen se unen bajo este nombre. Específicamente el problema se encuentra en la planta de lavaplatos la cual no opera todos los días y trabaja bajo la filosofía JIT. Dentro de la planta se producen dos tipos de referencia de lavaplatos *Sábila* y *Limón*, y cada una cuenta con tamaños de 235, 400, 450 y 500 grm. De los anteriores tamaños el único que pasa por el proceso que P&G denomina “maquila” es el de 500 gramos para *Sábila* y *Limón*. El proceso de maquila consiste básicamente en unir dos cocas de *Sábila* o *Limón* (una sobre la otra previamente llenadas con el producto lavaplatos) mediante una “camisa” de polietileno y pasarla luego por un túnel de termoencogido que encoje el polietileno logrando unir las cocas, a las dos cocas unidas se les denomina “Bundle”. El resultado de este proceso regularmente se ve en las góndolas de los almacenes de cadena como promociones 2x1. P&G no hacía los bundles dentro de la compañía. Las cocas que se producían dentro de la compañía eran empacadas en cajas y enviadas a un tercero que se encargaba de poner las camisas de polietileno y pasarlas por el túnel de termoencogido. P&G decidió, debido a problemas de calidad presentados y a los elevados costos de tercerizar éste proceso, que los bundles se iban a hacer dentro de la compañía. Sin embargo, no todo el volumen demandado se pudo hacer dentro de la compañía debido a que la demanda era mucha y la capacidad de la planta era menor. Para cumplir con la demanda la planta debe trabajar a un promedio de 25 bundles/min saliendo del túnel de termoencogido y pasando satisfactoriamente la inspección de calidad actualmente salen 14 bundles/min y aproximadamente solo 9 de ellos pasan la inspección de calidad y son empacados.

## 4. JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto es de gran importancia para P&G, pues busca traer a la compañía todo el volumen de bundles que actualmente se está tercerizando. El propósito principal, es aumentar la rata de producción de bundles dentro de la compañía debido a que la capacidad actual no es suficiente para satisfacer la demanda del mercado y es por esta razón que el proceso se está maquilando, lo que genera altos costos para la compañía. P&G tiene como política el mejoramiento continuo de todos sus procesos, y es por esto que es de vital importancia para la compañía, mejorar este proceso en el cual se han detectado debilidades que están afectando los indicadores de confiabilidad de la planta de lavaplatos.

Es por este motivo, que la compañía ha decidido analizar las causas y plantear soluciones que consigan aumentar la capacidad de la planta de lavaplatos para producir bundles de buena calidad, siempre enmarcados dentro de la seguridad industrial que es de vital importancia para P&G. Con la realización de éste proyecto se espera un mejoramiento de los niveles de utilización de los equipos e indicadores de confiabilidad, así como una disminución en los costos de la planta y un aumento en el indicador de calidad, además se analizarán variables como ergonomía ya que varios empleados han declarado cansancio cuando se hacen bundles.

De esta manera, a través de la identificación, análisis e implementación de un plan de mejoras, el presente proyecto busca brindar a la compañía una solución concreta que permita mejorar el proceso mencionado, incrementando la capacidad de la planta para producir bundles de buena calidad, lo que impactará directamente los costos de la planta de lavaplatos.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Incremento de la rata de producción de bundles en la planta de lavaplatos de Procter & Gamble

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y analizar las causas que hacen ineficiente el proceso de producción de los bundles.
- Desarrollar un plan de mejoras y pruebas en campo, que apunten a la reducción o eliminación de las causas identificadas.
- Implementar las mejoras luego de realizar las pruebas de verificación, con el fin de lograr un aumento en la rata de producción de bundles.
- Comprobar que a través de las acciones implementadas se logra un aumento en la rata de producción de bundles

## 6. METODOLOGIA

La metodología que se seguirá en la realización de éste proyecto se basará en 5 pasos que se proponen dentro del pilar de WPI como parte de la filosofía TPM (Gerencia Productiva Total) que se maneja en P&G para la eliminación de pérdidas que se encuentren en los procesos productivos. Para la recolección de datos se

### 6.1 PREPARACIÓN

En ésta fase se organiza el equipo de trabajo que debe incluir al líder de turno, un operario experto, el jefe de seguridad y el jefe de calidad, además del líder de procesos de la planta de lavaplatos; todo esto con el fin de garantizar un trabajo en conjunto exitoso. En esta fase se definen los objetivos del proyecto, el alcance, los criterios de éxito y los antecedentes del problema con el fin de tener una visión general del proyecto, se programan reuniones periódicas con el fin de revisar el avance del proyecto.

### 6.2 ENTENDER LA SITUACIÓN

En esta fase se documenta la realidad de la situación mediante diagramas y gráficos que ayuden a describir la situación actual. En esta fase se requerirá del compromiso de los operarios con el fin de recolectar la mayor cantidad de información posible y de aportar ideas que contribuyan al desarrollo del mismo. Se utilizarán diagramas de espagueti, diagramas de Gantt de y hojas de tiempos, además de herramientas de análisis como el *análisis ¿por qué? ¿Por qué?*.

### **6.3 RESTABLECER EL PROCESO DE TRABAJO**

Durante esta fase se revisarán los diferentes procedimientos escritos que se tienen y se evaluará si se están siguiendo correctamente, de no ser así se hará una retroalimentación a la operación para ceñirse al procedimiento nuevamente. Además, durante la fase de revisión de procedimientos se analizará a profundidad si alguno de estos obstruye con el libre desarrollo de la operación maquila y que desencadena en una pérdida en la rata de producción de bundles.

### **6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA**

Con base en los análisis previamente realizados se propondrán mejoras y se evaluarán con el grupo de trabajo formado en la fase de preparación. Durante ésta fase se programarán pruebas piloto soportadas siempre por los líderes de seguridad industrial y con el seguimiento estricto del líder de turno con el fin de garantizar una prueba piloto exitosa. Se evaluarán los resultados de las pruebas y se harán modificaciones de ser necesario regresando al paso 2.

### **6.5 ESTANDARIZAR Y EDUCAR**

El objetivo fundamental de la fase de estandarización y educación es garantizar un resultado sostenible en el tiempo, se logrará por medio de la creación de procedimientos escritos que describan la forma de realizar la operación con bundles e incluirá los posibles cambios que se presenten en la operación, el líder de turno programará reuniones con su equipo de trabajo para desplegar la nueva información y educar a los operarios en los nuevos procedimientos.

## **7. ALCANCE**

Mediante el desarrollo de éste proyecto se incrementará la capacidad de producción de bundles dentro de la planta de lavaplatos de P&G, a través de la implementación de las diferentes metodologías que están a cargo del pilar de WPI (Work Process Improvement). Se harán análisis ergonómicos en los puestos de operación, y con ayuda del líder de seguridad se entregarán recomendaciones de seguridad para la producción de bundles; además se examinará el túnel de termoencogido de la planta de lavaplatos, y se realizarán modificaciones al túnel sin modificar set point, como el de temperatura o el de velocidad de la banda, ya que en un estudio previo se contactó al proveedor y se fijaron dichos parámetros. Todo lo anterior con el fin de lograr un aumento en la rata de producción de bundles. También se determinarán los parámetros observando los tiempos de las actividades realizadas por los operarios, con el fin de identificar que operarios tienen mayores tareas para posteriormente nivelar las cargas; además, se identificará que tareas son absolutamente innecesarias y pueden ser eliminadas en la operación.

Durante la realización del proyecto se realizarán pruebas piloto con el fin de observar el comportamiento de las mejoras planteadas y se coordinarán reuniones periódicas con el jefe del turno y el personal operativo del área, con el fin de retroalimentar el proyecto.

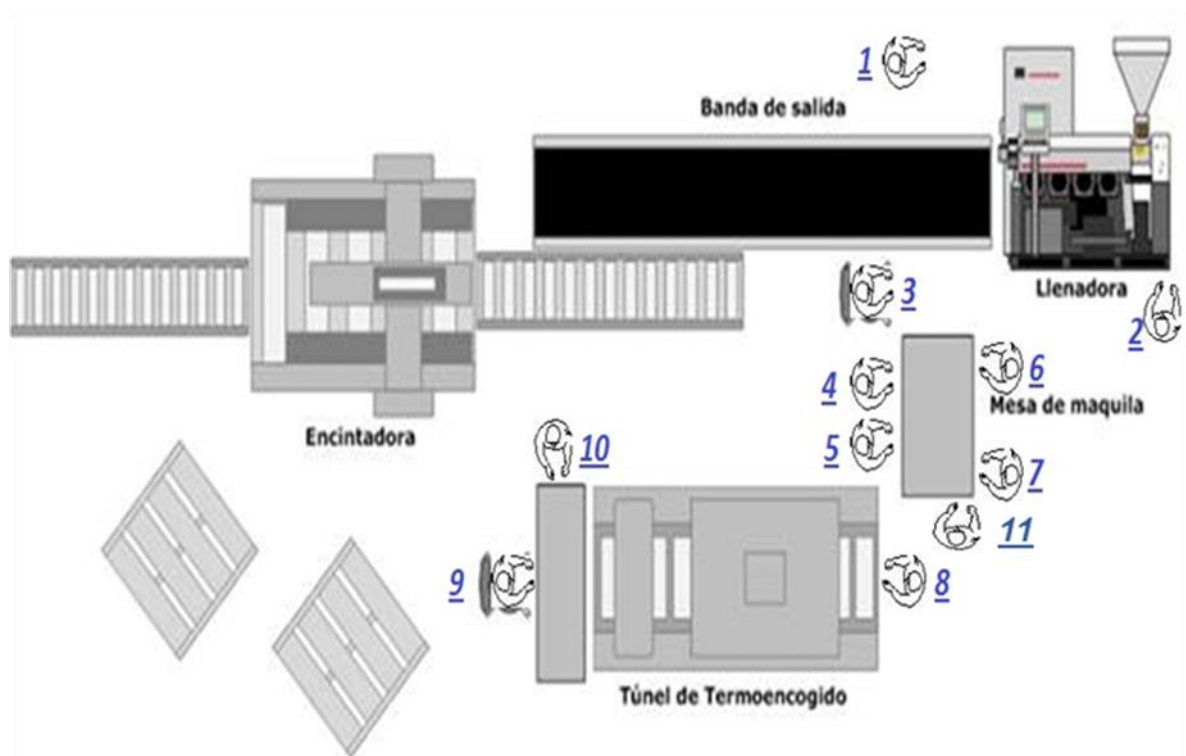
El proyecto tendrá el apoyo del jefe de calidad de la planta, el jefe de seguridad, el operario experto del túnel y el líder del equipo de lavaplatos, con el fin de hacer un trabajo en grupo que garantice una correcta evaluación del problema y una satisfactoria implementación de la mejora.

## 8. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Con el fin de describir la situación actual de la planta de lavaplatos en cuanto a capacidad se refiere, se describen cada una de las zonas anteriormente mencionadas. Vale la pena destacar que a simple vista algunas zonas no presentan problemas de capacidad y por el contrario presentan capacidad subutilizada, el objetivo principal de analizar y evaluar dichas zonas es encontrar la capacidad máxima de cada una, para que un aumento de capacidad en alguna no genere traumas en las otras,

En la figura 6 se muestra la distribución del personal dentro de la planta de lavaplatos para la producción de bundles.

Figura 6. Distribución del personal para la producción de bundles



1. Auxiliar de planta
2. Operario llenadora
3. Operario de transferencia
4. Operario de mangas
5. Operario de mangas
6. Operario de mangas
7. Operario de tapas
8. Operario de entrada al túnel
9. Operario de revisión
10. Operario de empaque
11. Operario tapas- preparador

En la tabla 1 se muestra el tiempo de ciclo o tiempo que se tarda en consumir un batch; es decir, desde que se carga el malacate con la mezcla necesaria para un batch, hasta que sale el último bundle empacado de dicho batch.

Tabla 1. Tiempo de ciclo o tiempo para consumir un batch

TIEMPOS PARA CONSUMIR UN BATCH												
Velocidad de llenado (golpes /min)	Velocidad de llenado máxima (golpes /min)	Tiempos observados (min)										Promedio(min)
28	52	50	55	49	50	52	48	56	51	53	60	52,4

De la tabla anterior se puede ver que la capacidad está siendo subutilizada, con una velocidad máxima de 52 golpes/min contra 28 golpes/min; actualmente la capacidad utilizada se encuentra en un 53,8%. Otro aspecto importante es el tiempo para consumir un batch, el cual es actualmente de 52,4 minutos.

## **8.1 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE MALACATE**

### **8.1.1 Personal que participa y funciones**

En la zona del malacate participa un operario que se encarga de cargar el malacate con las materias primas sólidas necesarias para la elaboración de la crema. Además de la función principal de cargar el malacate, el operario de la zona realiza tareas de inspección de calidad y aseo.

### **8.1.2 Determinación de parámetros en la zona de malacate**

En la tabla 2 se muestra el formato con los tiempos observados de las actividades que realiza del operario encargado de la zona del malacate, al que se le denomina auxiliar de planta. El color verde de las celdas, significa que la actividad agrega valor, el color amarillo significa que la actividad no agrega valor pero es fundamental que se realice, el color rojo indica que la actividad no agrega ningún valor a la operación de producción de bundles. El anterior código de colores se seguirá utilizando a lo largo del proyecto. Vale la pena aclarar que el formato es utilizado a nivel global por la compañía P&G, para la recolección de datos y definición de parámetros.

Tabla 2. Formato para determinar parámetros, operario: auxiliar de planta

Operario: Auxiliar planta										
#	Actividades	Tiempos observados (min)							Promedio	
		1	trapear	4	6	5	3	4		
2	Surtir cocas y tapas	2	5	2	3	3	2	4	3,0	
3	Organizar el área de trabajo	4	2	3	5	8	7	6	5,0	
4	Inspección de calidad	20	-	21	-	20	-	-	8,7	
5	ESPERA	10	12	12	9	11	12	11	11,0	
6	Cargar malacate	10	9	11	9	11	9	10	9,9	
Total tiempo ciclo		50	34	54	29	57	35	36	42,1	

Es importante resaltar que la variabilidad de los datos en la tabla se debe a que los operarios rotan las labores, y sus habilidades para desarrollarlas difieren. El mismo fenómeno se presentará para los demás puestos de operación.

### 8.1.3 Capacidad del operario auxiliar de planta

La tabla 3 ilustra la capacidad utilizada real del operario Auxiliar de planta, utilizando los promedios de la tabla anterior. Para el cálculo de la capacidad real, se tiene en cuenta las operaciones en verde y amarillo del formato anterior. La capacidad teórica se toma como el tiempo de ciclo o tiempo para consumir un batch, que se calculó previamente (52,4 min).

$$\% \text{ Capacidad utilizada} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad teórica}} * 100$$

Tabla 3. Capacidad utilizada operario auxiliar de planta

Operario: Auxiliar de planta		
capacidad teórica (min)	Capacidad Real (min)	% Capacidad utilizada
52,4	21,5	41,22

## 8.2 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE PREPARACIÓN

### 8.2.1 Personal que participa y funciones

Al único operario que participa en ésta zona se le llama preparador, sus funciones fundamentales son: cargar las tolvas con las materias primas en el tercer piso y bajar a preparar el batch en el segundo. Debido a su capacidad ociosa, el operario realiza otras tareas que agregan valor al proceso pero que no son parte de sus funciones, razón por la cual se codifican con el color rojo en la hoja de tiempos.

### 8.2.2 Determinación de parámetros en la zona de preparación

En la tabla 4 se muestra el formato con los tiempos observados para el operario encargado de la zona de preparación, al que se le llama preparador. Por motivos de confidencialidad a las materias primas se les denominó MP1, MP2 y MP3. Al igual que en la tabla 2 se presenta una alta variabilidad en los datos debido a la rotación de los operarios.

Tabla 4. Formato para determinar parámetros, operario: preparador

Operario: Preparador										
#	Actividades	Tiempos observados (min)							prom	
1	Descargar y cargar MP 1 (1 bolsa)	0,5	0,8	1	0,6	0,9	1	0,8	0,8	
2	Descargar y cargar MP 2 (3 bultos)	2	3	2	4	3	2	2	2,6	
3	Descargar y cargar MP 3 (5 bultos)	4	4	5	4	4	4	5	4,3	
4	Bajar al primer piso	1			1				0,8	
5	Revisar crema en el tanque buffer	2	1	2	2	2	2	2	1,9	
6	Organizar planta	4	4	5	5	3	3	3	3,9	
7	Poner tapas de madera	6	10	5	4	7	4	5	5,9	
8	Preparar el batch	15	15	15	15	15	15	15	15,0	
9	Espera que la crema baje del crutcher al buffer	5	5	5	5	5	5	5	4,9	
10	Poner tapas de madera	15	13	12	13	11	13	13	12,9	
11	Subir a cargar tolvas para otro batch	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Total tiempo ciclo		54	56	52	54	51	49	51	<b>52,3</b>	

### 8.2.3 Capacidad del operario de preparación

La tabla 5 ilustra la capacidad utilizada real del operario de preparación utilizando los promedios de la tabla anterior.

Tabla 5 Capacidad utilizada operario preparación

Operario: Preparador		
Capacidad teórica (min)	Capacidad Real (min)	% Capacidad utilizada
52,4	25	47,71

### 8.3 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE LLENADO

#### 8.3.1 Personal que participa y funciones

En la producción de bundles, el operario de llenadora es el encargado de controlar la maquina llenadora con el fin de evitar derrames y paros de proceso; además está encargado de surtir las cocas y las tapas en las maquinas dosificadoras y verificar el peso de las cocas para evitar un problema de calidad.

#### 8.3.2 Determinación de parámetros en la zona de llenado

En la tabla 6 se muestra el formato con los tiempos observados para el operario de llenadora.

Tabla 6. Formato para determinar parámetros, operario: llenadora

Operario: Llenadora										
#	Pasos	Tiempos observados (min)							Promedio	
1	Verificar peso	10	12	12	9	11	12	11	11,0	
2	Surtir cocas y tapas a los dosificadores	8	7	7	8	8	7	7	7,4	
3	Vigilar la llenadora	20	21	22	23	21	27	23	22,4	
4	Poner mangas	9	5	5	8	9	4	5	6,4	

5	Hacer ajustes a la llenadora	5	4	5	5	3	1	5	4,0	
Total tiempo ciclo		52	49	51	53	52	51	51	<b>51,3</b>	

### 8.3.3 Capacidad del operario de la llenadora

La tabla 7 muestra la capacidad del operario de llenadora.

Tabla 7. Capacidad utilizada operario llenadora

Operario: Llenadora		
Capacidad teórica (min)	Capacidad Real (min)	% Capacidad utilizada
52,4	22,4	42,75

### 8.3.4 Paros de proceso en la zona de llenado

El promedio de paros de proceso al mes en la planta lavaplatos cuando se fabrica bundles es presentado en la figura 7.

Figura 7. Gráfica causas paros de proceso



En la tabla anterior se evidencia que la principal causa de los paros de proceso se debe a la solidificación de la crema que obstruye los conductos de la llenadora, después de realizar una análisis, se concluyó que se debe al alto tiempo que se requiere para consumir el batch, inicialmente se creyó que una de las materias primas había sido alterada y estaba fuera de especificaciones, pero la hipótesis fue descartada luego de un análisis por parte del laboratorio interno de P&G. Cuando se solidifica la crema, los operarios deben desmontar todo el sistema de tuberías, lavar cada una de las partes, y extraer las partes ya solidificadas para continuar con la operación. La tabla 8 muestra un histórico de los últimos 5 paros de proceso ocasionados por la solidificación de la crema.

Tabla 8. Tiempo promedio de los paros de proceso ocasionados por la solidificación de la crema

	Tiempo paros de proceso por solidificación						promedio
tiempo (min)	60	75	66	70	59	68	66

Es importante resaltar que por lo menos una vez en el turno existe un paro de proceso ocasionado por la solidificación

## 8.4 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE TERMOENCOGIDO

### 8.4.1 Personal que participa y funciones

Ésta es la zona más crítica; a diferencia de las demás zonas, en ésta se concentran gran cantidad de operarios y es una operación muy manual. En la zona de termoencogido los operarios rotan cada hora, ya que las posiciones y los movimientos que hacen generan agotamiento en los operarios, además la temperatura del túnel los afecta.

**8.4.1.1 Operario de transferencia o *transfer*.** El operario al que se le denomina transfer, es el encargado de armar los bundles poniendo una coca sobre otra y transferirlos de la banda de empaque a la mesa donde se ponen las camisas o mangas de polietileno. Como se mencionó anteriormente, el operario debe rotar cada hora, debido a que la posición que ocupa lo obliga a realizar un movimiento de rotación al tomar las cocas, poner una coca sobre la otra y luego girar para posicionarlas en la mesa.

**8.4.1.1.1 Número de bundles transferidos.** El operario de transferencia transfiere en promedio 14 bundles/min de la banda a la mesa; aunque la posición es incomoda por el giro que debe hacer en el dorso, es muy importante aclarar que si se aprueba un aumento en los golpes de la llenadora se hará una evaluación ergonómica por parte del líder de seguridad y, adicionalmente se realizarán pruebas piloto con el fin de no sobrecargar a los operarios y ocasionarles una lesión.

**8.4.1.2 Operarios de mangas.** Tres operarios son los encargados de poner las mangas de polietileno a los bundles.

**8.4.1.2.1 Número de bundles con mangas.** La tabla 9 muestra cuantas camisas o mangas de polietileno se ponen por minuto por operario.

Tabla 9. Mangas de polietileno por minuto puestas por cada operario

Muestras	Bundles con manga/min										promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Operario mangas 1	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4,6
Operario mangas 2	4	5	6	4	6	4	5	5	6	5	5
Operario mangas 3	5	5	5	4	5	5	5	6	5	4	4,9
											14,5

De la tabla anterior podemos observar que los operarios son capaces de poner todas las mangas a los bundles que pasa el transfer a la mesa. No es una restricción actual para el proceso.

**8.4.1.3 Operarios de tapas.** Dos operarios son los encargados de poner sobre tapas de madera (ver figura 8) los bundles con las mangas previamente puestas. Uno de los operario es fijo y el otro puesto se lo alternan el preparador y el operario de llenadora, el abandono del puesto por parte del preparador y del operario de llenadora ha desencadenado en paros de proceso por derrame de la crema o por sobre adición de alguna materia prima en la preparación lo que hace que la crema reaccione y se salga del tanque crutcher. La función principal de estas tapas es que la manga o camisa de polietileno al encogerse abarque la parte inferior de la coca y proporcione mayor estabilidad al bundle. Luego de montar los bundles en las tapas, éstas viajan por el túnel y salen del otro lado; donde son acumuladas en una caja para luego ser devueltas manualmente por el operario que se encuentra en la salida del túnel a la entrada del mismo donde comienza nuevamente el proceso.

Figura 8. Tapas de madera para bundles



**8.4.1.3.1 Numero de bundles sobre tapas.** La tabla 10 muestra cuantos bundle es capaz cada operario de montar sobre las tapas por minuto.

Tabla 10. Bundles montados en tapas por operario

Muestras	Bundles sobre tapas /min										promedio	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Operario tapas 1	6	6	7	6	6	5	6	6	6	6	6	6
Operario tapas 2	5	6	7	5	6	7	7	5	7	5	5	6
											12	

En la tabla anterior se ve claramente que hay una restricción, para una producción de la llenadora de 28 cocas por minuto, lo que equivale a 14 bundles, los dos operarios son incapaces de evacuar todo el volumen, lo que ocasiona que la mesa donde se opera se llene de bundles con mangas pero sin tapas, lo que ocurre comúnmente es que el operario de la llenadora debe bajar el ritmo de producción de la llenadora para lograr evacuar los bundles que ya están listos.

**8.4.1.4 Operario entrada del túnel.** El operario de entrada del túnel se encarga de introducir manualmente los bundles con mangas y previamente posicionados en las tapas al túnel de termoencogido.

**8.4.1.4.1 Numero de bundles introducidos al túnel.** La tabla 11 muestra el operario cuantos bundle es capaz de introducir al túnel de termoencogido por minuto.

Tabla 11. Número de bundles introducidos al túnel por minuto.

Muestras	Bundles introducidos al túnel/min										promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Operario entrada al túnel	12	13	12	15	15	15	15	12	14	12	13,5
											13,5

En la tabla se puede observar algo de variabilidad, esto se debe a que en la operación anterior de poner los bundles sobre las tapas los operarios no alcanzan a evacuar la cantidad de bundles; muchas veces el operario de entrada al túnel debe esperar a los operarios que ponen los bundles sobre las tapas para continuar con su operación

#### **8.4.2 Problemas actuales en la zona de termoencogido**

Luego de varios análisis con el operario experto y el proveedor del túnel se concluyó que:

- El calor emitido por las resistencias no estaba siendo bien dirigido hacia los bundles, por esta razón muchos de los bundles eran rechazados y la tasa de producción caía.
- La banda transportadora del túnel estaba gastada.
- Adicional a la evaluación del túnel, se encontró que la mesa de termoencogido era muy pequeña y que los operarios por estar tan cerca se restringían el movimiento, para poner las mangas los operarios necesitan espacio.

### **8.5 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE EMPAQUE**

#### **8.5.1 Personal que participa y funciones**

En la salida del túnel aparecen dos operarios, uno se encarga de revisar los bundles y les da un último acabado con un secador industrial, también se encarga de rechazar los bundles cuando la apariencia del polietileno no cumpla con las especificaciones del TAMU; el segundo operario empaca. La tabla 12 muestra un histórico de revisión de acuerdo al TAMU. Los bundles que estén en T y A pasan y son empacados, los bundles que están en M y U son rechazados y vuelven a la mesa de termoencogido, donde se les vuelve a poner la manga de polietileno.

Tabla 12. Histórico de revisión de acuerdo al TAMU.

<b>MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Promedio (bundles)</b>	<b>PASAN</b>
<b>T (target- objetivo)</b>	8	6	7	9	12	9	7	6	9	8	8,1	
<b>A (Acceptable- acceptable)</b>	1	2	3	0	0	1	1	2	0	1	1,1	
<b>M (Marginally acceptable- marginamente acceptable)</b>	4	5	3	4	1	4	5	4	5	4	3,9	<b>NO PASAN</b>
<b>U (Unacceptable- inacceptable)</b>	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	0,9	
<b>TOTAL</b>	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

En la tabla anterior se puede observar que aproximadamente el 36% de los bundles son rechazados lo que disminuye considerablemente la tasa de producción ya que los rechazados deben ser reprocesados. Aunque el objetivo fundamental del proyecto no tiene que ver con calidad, durante su desarrollo se buscarán soluciones que permitan mejorar éste aspecto y como consecuencia se logre un aumento en la tasa de producción que es el objetivo que se planteó inicialmente.

**8.5.1.1 Operario de revisión.** La tabla 13 muestra cuantos bundles/min revisa el operario por minuto.

Tabla 13 bundles/min revisados.

		Bundles revisados/min										
Muestras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	promedio
Operario de revisión		14	13	12	12	14	15	12	12	14	12	13
												13

**8.5.1.2. Operario de empaque.** La tabla 14 muestra cuantos bundles/min empaqa el operario.

Tabla 14. Bundles empacados/min.

		Bundles empacados/min										
Muestras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	promedio
Operario de empaque		9	10	9	8	9	9	9	8	9	10	9
												9

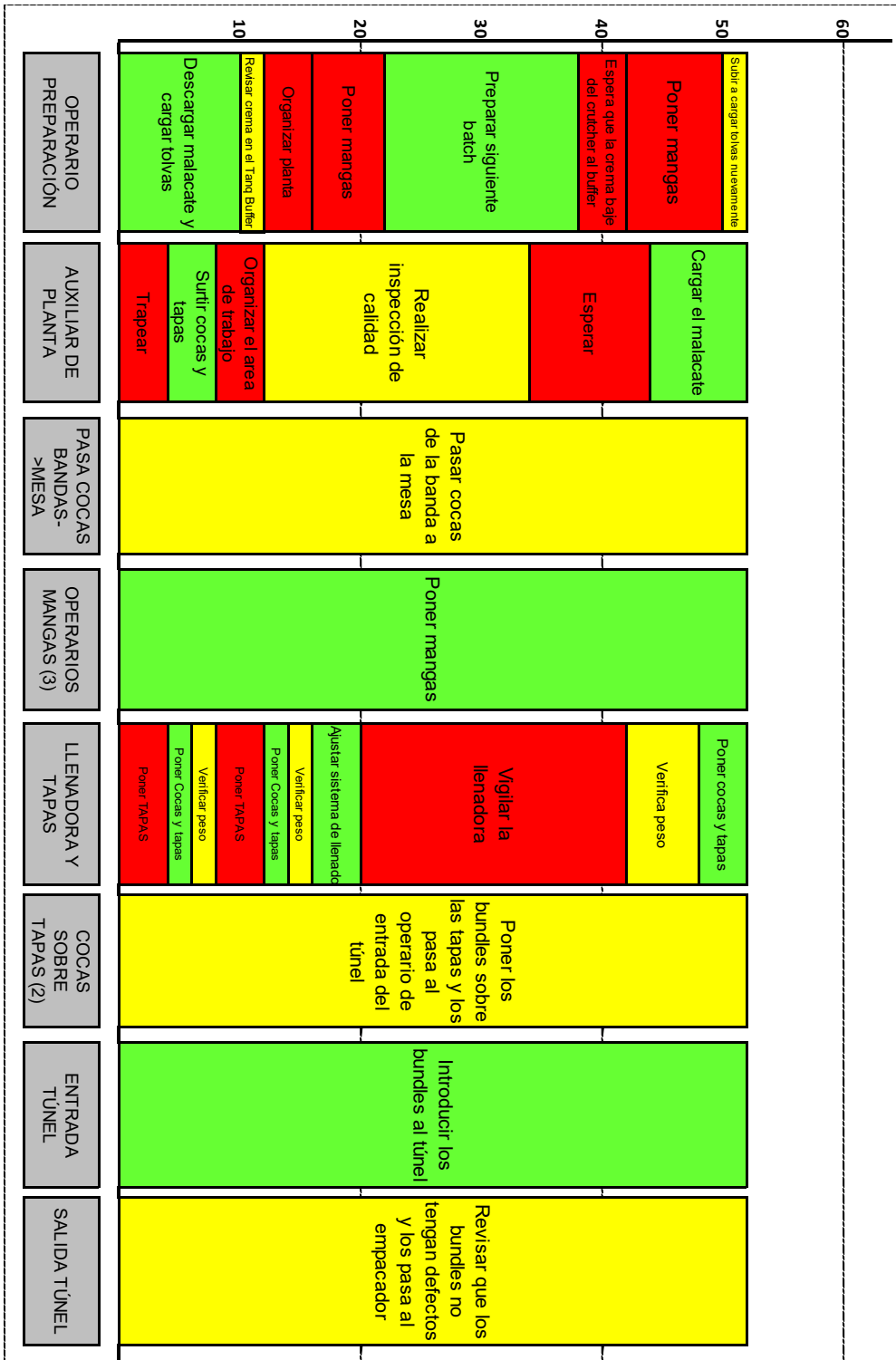
## 8.6 DIAGRAMA RESUMEN - EFFORT BALANCE CHART

El diagrama de balance- esfuerzo, es una herramienta utilizada en P&G que ayuda a resumir en un diagrama los tiempos observados. La figura 9 muestra el Effort balance chart realizado en la planta de lavaplatos.

Team

Lavapiatos

### EFFORT BALANCE CHART



11

## **8.7 ANÁLISIS 6W-2H, ESPINA DE PESCADO Y ANÁLISIS ¿POR QUÉ? ¿POR QUÉ?**

Los análisis 6W-2H (ver figura 10), espina de pescado (ver figura 11) y ¿Por qué? ¿Por qué? (ver figura 12), son herramientas utilizadas por Procter & Gamble que ayudan a resolver problemas en las plantas. Se realizaron los análisis con el fin de entender la situación problemática y buscar posibles soluciones. P&G adiciona una pregunta a las 5W-2H y se le da la denominación dentro de la compañía de análisis 6W-2H, la pregunta “¿A quién?” permite identificar a que líneas, sistemas u operaciones dentro de una planta se está afectando. El “¿A quién?” es mucho más general a diferencia del “¿Dónde?”. Como vemos en la figura 10 la respuesta para el ¿A quién? es, a la planta lavaplatos de P&G; mientras que la respuesta para el ¿Dónde? es, específicamente la pérdida ocurre en la operación de posicionar el bundle sobre la tapa de madera.

Figura 10. Análisis 6W-2H

Entendiendo el Problema 6W-2H	
<b>Descripción Inicial del Problema:</b>	
Baja capacidad de producción de bundles	
<b>1. ¿Qué?</b> Describe el fenómeno. ¿Qué ves?:	<b>5. ¿Quién?</b> Variación entre equipos, gente....etc:
<p>En la producción de bundles en el área de lavaplatos, luego de que las cocas son llenadas, tapadas y codificadas un operario las apila por pares y las coloca en una mesa donde 3 operarios les ponen las mangas de polietileno y las pasan a otro operario que las monta sobre las tapas de madera que le dan estabilidad al bundle que luego es introducido por un operario más al túnel de termoencogido</p>	<p>Por ser una operación muy manual la diferencia entre los operarios es notable, algunos de los operarios más hábiles ponen las mangas de polietileno y las tapas de madera más rapido, algunos operario nuevos son menos hábiles y retrasan la operación</p>
<b>2. ¿Dónde?</b> Donde ocurre la pérdida	<b>6. ¿A Quién?</b> Líneas, Sistemas, Operaciones afectadas:
<p>El cuello de botella se presenta principalmente en la operación de poner los bundles sobre las tapas de madera, el operario es capaz de poner 12 bundles/min sobre las tapas y la tasa de producción.</p>	<p>Afecta a la planta de lavaplatos de P&amp;G, en la producción de bundles</p>
<b>3. ¿Cuáles?</b> Marcas, SKU's afectados	<b>1. ¿Cómo?</b> Circunstancias de la pérdida, modo de falla
<p>La referencia afectada es la de Bundles de 500 gramos</p>	<p>No se alcanza la producción desada, las tapas de madera se caen al piso y al operairo le toca recogerlas lo que retrasa aun más la producción, adicional 5 de cada 14 bundles que salen del túnel salen con problemas en el termoencogido lo que implica un reproceso ya que deben volver al inicio a que se les ponga las mangas y las tapas para ser nuevamente introducidos al túnel</p>
<b>4. ¿Cuándo?</b> ¿Cuándo se inició el problema?:	<b>2. ¿Cuánto?</b> Magnitud: número, frecuencia, cantidad...:
<p>El problema inicio cuando P&amp;G decidió dejar de tercerizar el proceso de termoencogido y decidió hacerlo dentro de la planta, la capacidad de la planta no alcanza para abastecer la demanda del mercado y por lo tanto a pesar de que una parte se hace dentro de la compañía (40% del volumen aprox) el otro 60% aún se esta tercerizando.</p>	<p>Acualmente se trabaja a una velocidad de 28 golpes/min en la llenadora, lo que significa 14 bundles/min, sin embargo en realidad entran en promedio 12 bundles/min al túnel y aprox el 35% de los que salen son reprocesados.</p>
<b>Nueva descripción reenfocada del problema</b>	
<p>Baja capacidad de producción de bundles en la planta de lavaplatos de P&amp;G, existe un cuello de botella en la operación de poner los bundles sobre las tapas, adicionalmente aproximadamente el 35% de los bundles que salen del túnel son reprocesados lo que genera congestión en la mesa de termoencogido</p>	

Figura 11. Espina de pescado

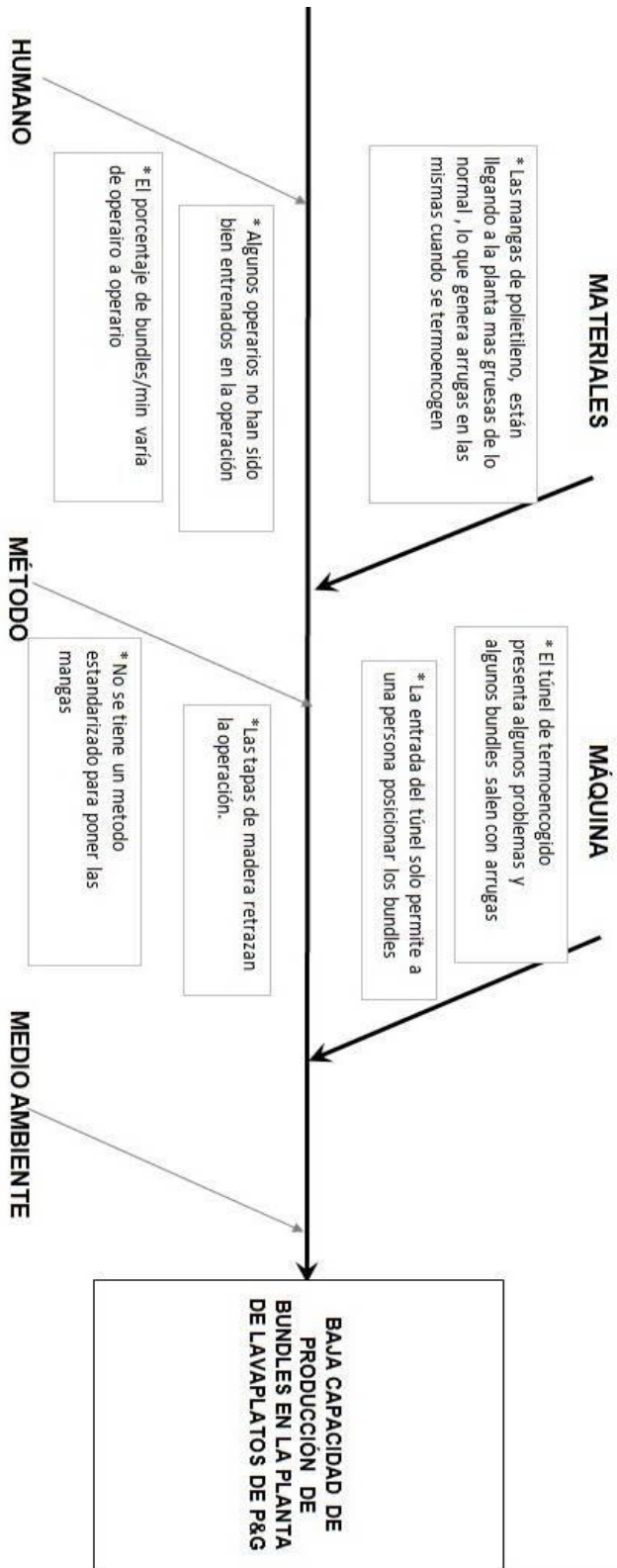


Figura 12. Análisis ¿Por qué? ¿Por qué?

<b>Análisis ¿Por Qué? ¿Por Qué?</b> <b>(Llegando a la Causa Raíz)</b>				
<b>Baja producción de bundles</b>				
¿QUÉ?	¿POR QUÉ? (1)	¿POR QUÉ? (2)	¿POR QUÉ? (3)	¿POR QUÉ? (4)
Las tapas de madera retrasan la operación.	Es difícil posicionar algunos bundles	Las tapas con el calor se vuelven frágiles y se quiebran, cuando quedan incompletas el bundle no se apoya bien sobre la tapa y se cae	Las tapas son acumuladas a la salida del túnel para luego ser devueltas al inicio del túnel por un operario; muchas veces el operario se distrae y deja sin tapas al operario que las posiciona a la entrada	Las tapas se caen al piso porque no están fijadas a la banda del túnel
No se tiene un método estandarizado para poner las mangas	Al ser una operación desconocida para los operarios, les tocó aprender solos a ponerlas	Al ser un proceso tan manual cada uno lo hace diferente	No se ha definido un procedimiento	
Algunos operarios no han sido bien entrenados en la operación	No se ha compartido el conocimiento de los más hábiles			
La entrada del túnel solo permite que un operario posicione los bundles dentro del túnel	La guarda de seguridad ocupa mucho espacio.	Es necesario para proteger al operario.		
El porcentaje de bundles/min varía de operario a operario	Algunos operarios son más hábiles que otros en las actividades manuales propias de la zona de termoencogido.	No se han compartido los conocimientos		

Los análisis 6W-2H, espina de pescado y ¿Por qué? ¿Por qué? fueron de gran importancia para agrupar los datos, permitiendo que el problema fuera reenfocado y tener más claridad sobre el mismo.

Las principales conclusiones luego de realizar los análisis y hacer algunas pruebas en el campo fueron:

- Se descartó que el problema tuviera que ver con el grosor de la manga de polietileno, el laboratorio de P&G tomo algunas muestras y descartó que las mangas estuviesen fuera de especificaciones.
- En cuanto al túnel de termoencogido, se organizó una prueba piloto con el operario experto en la cual se pasaron varios bundles por el túnel manipulando las resistencias internas del túnel, y se pudo concluir que el calor no estaba siendo bien direccionado y que esto influía directamente sobre la apariencia del polietileno termoencogido; por lo que algunos bundles debían ser reprocesados.
- Se observó que las tapas de madera eran el mayor problema, la causa raíz es que las tapas estaban sueltas, se caían y se dañaban, todo esto retrasando la operación.
- Otro aspecto importante son los procedimientos, no se tiene estandarizado el proceso, por eso las personas hacen de diferente forma las tareas; para el procedimiento de poner mangas de polietileno no existe un estándar.

## 8.8 COSTOS ASOCIADOS A LA TERCERIZACIÓN

La tabla 15 resume los costos asociados a la tercerización de los bundles en un año fiscal.

Tabla 15. Costos asociados a la tercerización

Costos/año (en COP)	
Material de empaque N°1	10'000.000
Costos de transporte	70'000.000
Costos de manufactura	70'000.000
Material de empaque N°2	10'000.000
<b>Total</b>	<b>160'000.000</b>

- **Material de empaque N°1:** Corrugado para transportar los bundles desde la planta de Procter & Gamble hasta la planta subcontratada.
- **Costos de transporte:** Costos de transportar la mercancía desde Procter & Gamble hasta la planta subcontratada, y de ésta última hasta Procter & Gamble nuevamente luego de terminar el trabajo.
- **Costos de manufactura:** Costos asociados a las horas hombres utilizadas por la planta subcontratada y a la energía utilizada en el proceso.
- **Material de empaque N°2:** Corrugado para transportar los bundles desde la planta subcontratada hasta Procter & Gamble.

Los datos anteriores fueron proporcionados por el departamento de logística de P&G, no se puede profundizar más en los datos debido a las políticas de la compañía.

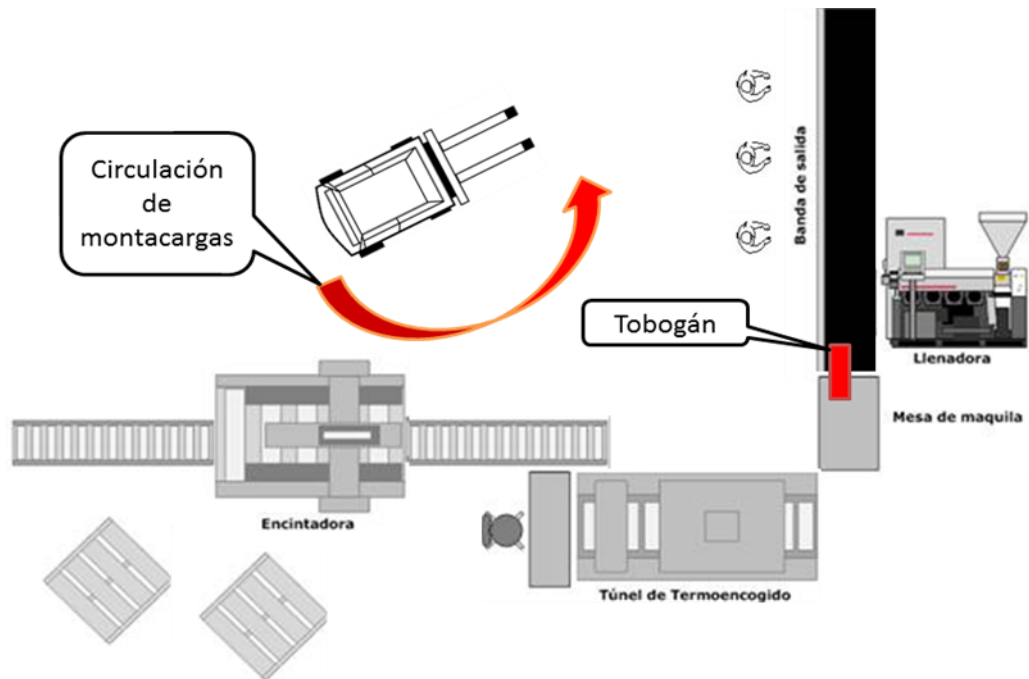
## **9. PROPUESTAS DE MEJORA**

Con el análisis previo de la situación actual se procede a realizar una serie de propuestas de mejora que contribuyan a lograr un aumento en la rata de producción de bundles dentro de la planta de lavaplatos. Las propuestas de mejora se analizaron con el equipo de trabajo de la planta de lavaplatos que incluye al jefe de turno, al operario experto del túnel de termoencogido, a los líderes de seguridad y calidad; y al gerente de la planta de lavaplatos de P&G.

### **9.1 MODIFICACIÓN DEL LAYOUT DE OPERACIÓN**

La propuesta se basa básicamente en girar la banda de transporte de las cocas, su objetivo era disminuir el puesto del transfer y agregar al final un tobogán por donde las cocas se deslizaran hasta la mesa de termoencogido sin necesidad de que el operario las transfiriera manualmente. El layout propuesto se observa en la figura 13.

Figura 13. Layout propuesto- eliminación puesto de transfer.



### **Ventaja:**

Se elimina un puesto de trabajo, el operario que realizaba la labor pasa a reemplazar al operario de llenadora o al operario de preparación que eventualmente ponen los bundles sobre las tapas de madera y de ésta manera eliminar el riesgo de un nuevo incidente de calidad o seguridad ocurridos en el pasado por la ausencia del operario de llenadora o de preparación.

### **Desventaja:**

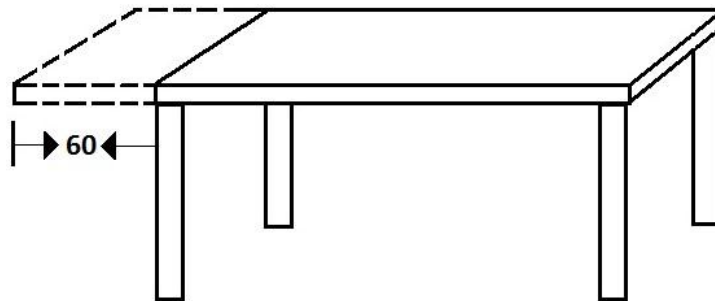
Inseguridad para los operarios: Se descartó la propuesta luego de discutirla con los líderes de seguridad y calidad, la razón principal fue la inseguridad para los operarios ya que quedaban expuestos al área de transito de las montacargas. Debido a accidentes ocurridos en meses anteriores en otras áreas de P&G

relacionados con montacargas la propuesta fue descartada por la gerencia del área de lavaplatos.

## 9.2 EXTENSIÓN DE LA MESA DE TERMOENCOGIDO

Se observó que los operarios de termoencogido no cuentan con el espacio suficiente para trabajar cómodamente y poner las mangas con mayor facilidad, la propuesta de alargar la mesa se puede observar en la figura 14.

Figura 14. Propuesta de alargamiento de la mesa de termoencogido



### **Ventaja:**

Mayor comodidad para los operarios, la mesa actual es pequeña y los operarios tienen poco espacio para moverse lo que dificulta la tarea de poner mangas por ser una operación tan manual.

### **Desventaja:**

Ninguna. La propuesta fue aprobada, la mesa de termoencogido se extendió 60 cm. El costo fue de 150.000 pesos colombianos.

### **9.3 FABRICACIÓN DE UNA CAMPANA EN ACERO PARA DIRECCIONAR EL CALOR DEL TÚNEL**

La propuesta de mejora consiste en fabricar unas campanas de acero inoxidable que re-direccionen el calor emitido por las resistencias de túnel, luego de observar que muchos bundles debían ser reprocesados porque el polietileno termoencogido no cumplía con las características de calidad exigidas por P&G.

#### **Ventaja:**

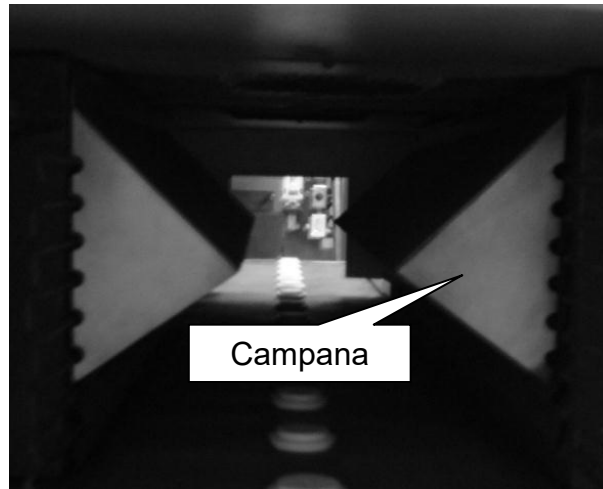
Se lograría un mejor aspecto en el termoencogido del polietileno, la tasa de rechazos a la salida del túnel de termoencogido bajaría logrando así un aumento de capacidad.

#### **Desventaja:**

La desventaja fundamental es que después de la fabricación no den los resultados esperados y se pierda el dinero invertido

Se decide fabricar la campana para direccionar el calor emitido por las resistencias internas del túnel ya que el costo no era muy alto. La figura 15 muestra la campana para direccionar el calor.

Figura 15. Campana para direccionar el calor del túnel



**Resultados:**

El costo de ambas campanas fue de 400.000 pesos colombianos. Los resultados obtenidos fueron sumamente buenos, la apariencia del termoencogido mejoró notablemente lo que significó una reducción en la tasa de rechazos. La tabla 16 muestra los resultados obtenidos

Tabla 16. Resultados obtenidos en la prueba con la campana para direccionar el calor del túnel.

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Actual	Antes	
<b>T</b> (target- objetivo)	9	10	8	10	8	9	10	9	9	8	9	8,1	<b>PASAN</b>
<b>A</b> (Acceptable- acceptable)	2	3	3	3	1	1	2	3	1	2	2,1	1,1	
<b>M</b> (Marginally acceptable- marginamente acceptable)	2	1	3	1	3	3	2	2	3	4	2,4	3,9	<b>NO PASAN</b>
<b>U</b> (Unacceptable- inacceptable)	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0,5	0,9	
<b>TOTAL</b>	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

En la tabla anterior se observa que aproximadamente se rechazan 3 de cada 14 bundles con la implementación de la campana, antes se rechazaban 5; lo que significó una reducción del 40% los rechazos incrementando la capacidad de la planta.

#### **9.4 FABRICACIÓN DE SOPORTES PARA LOS SECADORES INDUSTRIALES**

A pesar de que los bundles salen del túnel con un buen acabado, se ha establecido por parte de los directivos de la planta la utilización de los secadores industriales ya que mejoran la apariencia del logo de la marca SALVO inscrito en la película de polietileno. Cabe anotar que la idea de la utilización de los secadores industriales fue propuesta por un operario en el pasado. Los soportes propuestos reemplazarían al operario que realiza dicha función, y éste podría realizar otras tareas.

##### **Ventajas:**

Se elimina la actividad de revisar los bundles y se libera el recurso, el operario podría realizar otras labores en un eventual aumento de capacidad.

Al tener los bundles fijos a los soportes se podría lograr un flujo de aire caliente constante y uniforme, que podría derivar en un aumento de capacidad

##### **Desventajas:**

Ninguna.

Luego de analizar la propuesta se procede a fabricar los soportes (ver figura 16), el resultado fue un mejor aspecto en el termoencogido de los bundles que junto con la mejora realizada de la campana de direccionamiento de aire caliente contribuyó a un aumento de capacidad apreciable. El costo de ambos soportes fue de 60.000 pesos colombianos. Los resultados después de la implementación de los soportes se muestran en la tabla 17.

Figura 16. Soporte para secadores industriales

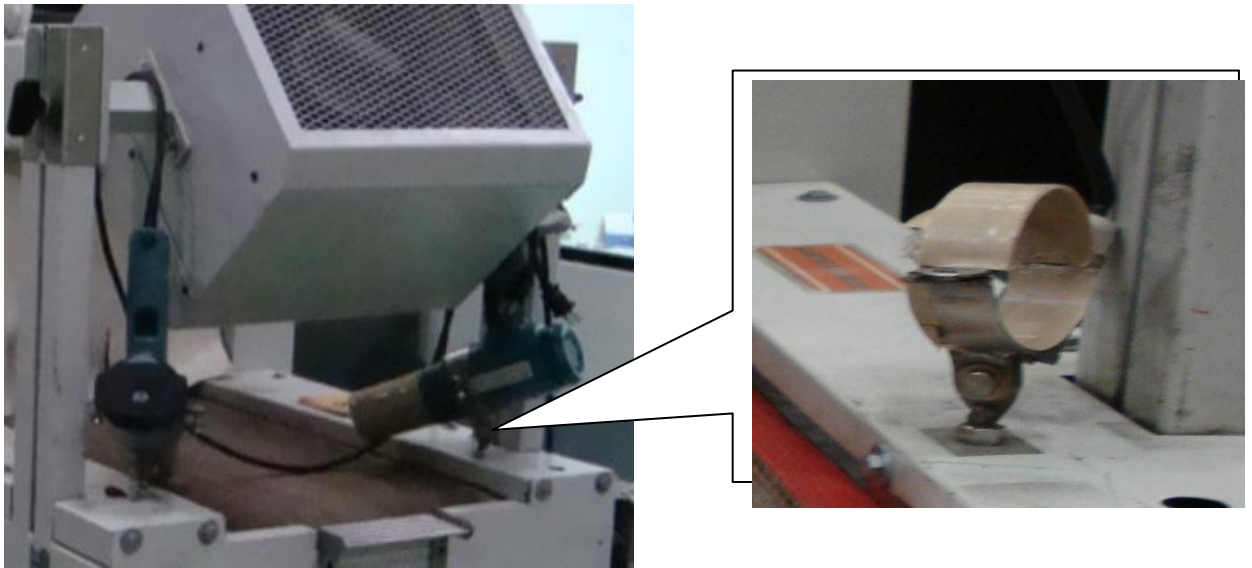


Tabla 17. Resultados obtenidos en la prueba con los soportes para los secadores industriales.

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Actual	Anterior	
<b>T</b> (target- objetivo)	11	12	10	12	11	11	10	12	10	11	11	8,1	<b>PASAN</b>
<b>A</b> (Acceptable- aceptable)	2	2	2	1	2	3	2	1	3	2	2	1,1	
<b>M</b> (Marginally acceptable- marginamente aceptable)	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0,8	3,9	<b>NO PASAN</b>
<b>U</b> (Unacceptable- inaceptable)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,2	0,9	
<b>TOTAL</b>	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

En la tabla anterior se observa que aproximadamente se rechazan 1 de cada 14 bundles. Con la implementación de la campana se rechazaban 3, y antes de ésta se rechazaban 5; lo que significó una reducción del 40% adicional al 40% antes mejorado por la campana, en conclusión se logra una reducción total de un 80% en los rechazos aumentando así la capacidad de la planta en un 30% al pasar de 9 bundles empacados a 14 en promedio.

### **9.5 FABRICACIÓN DE 40 ADITAMENTOS FABRICADOS EN TEFLÓN**

La propuesta de fabricación de los aditamentos consiste en reemplazar las tapas de madera identificadas como la mayor restricción del proceso, se instalarían en la banda del túnel.

#### **Ventajas:**

Con la fabricación e instalación de los aditamentos se lograría eliminar la restricción identificada en el puesto de trabajo que implica acomodar los bundles sobre las tapas de madera en la mesa de termoencogido, con la mejora propuesta los aditamentos serían instalados en la banda de termoencogido.

#### **Desventajas:**

Requeriría de más habilidad por parte de los operarios para poner los bundles sobre los aditamentos en teflón.

Con el fin de evaluar las desventajas, se decide hacer una prueba piloto en la cual se instalan las tapas de madera en la banda del túnel de termoencogido por medio de unos tornillos que las sujetan a la misma.

### 9.5.1 Prueba piloto con la instalación de las tapas de madera en la banda del túnel

Se organizó una prueba piloto con el fin de observar los resultados en la producción de bundles con las tapas instaladas en la banda del túnel, la prueba fue supervisada por los líderes de calidad y seguridad con el fin de que no se presentara ningún inconveniente durante la misma; para la realización de la prueba fue necesario retirar las guardas de seguridad a la entrada del túnel con el fin de que operario contara con el espacio suficiente para acomodar los bundles sobre las tapas en movimiento. La prueba piloto fue de gran utilidad para determinar hasta donde cada operario es capaz de aumentar su capacidad, (tomando como referencia un tope de capacidad de 25 bundles/min) comparando los tiempos anteriormente observados y registrados en los formatos y de capacidad previamente realizados.

**9.5.1.1 Tiempo de ciclo durante la prueba piloto.** La tabla 18 muestra el tiempo de ciclo o tiempo para consumir un batch durante la prueba piloto.

Tabla 18. Tiempo de ciclo durante la prueba piloto

TIEMPOS PARA CONSUMIR UN BATCH													
Velocidad de llenado (golpes /min)	Velocidad de llenado máxima (golpes /min)	Tiempos observados (min)										Promedio(min)	
50	52	34	33	34	35	34	34	34	34	34	34	34	34

En la tabla anterior se puede observar que durante la prueba se logró aumentar la capacidad de la llenadora, con una velocidad de llenado de 50 golpes/ min sobre una velocidad de llenado máxima de 52 golpes/ min el resultado de la capacidad utilizada es del 96%. El tiempo de ciclo en promedio fue de 34 minutos.

**9.5.1.2 Resultados Zona malacate.** Simulando un aumento en la tasa de producción de 28 cocas por minuto a 50 cocas por minuto se obtuvieron los siguientes resultados en la zona de malacate.

La tabla 19 muestra el formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario auxiliar de planta. La tabla 20 muestra la capacidad utilizada durante la prueba piloto.

Tabla 19. Formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto para el operario auxiliar de planta.

**Antes** (28 cocas/min, 14 bundles/min)

Operario: Auxiliar planta										
#	Actividades	Tiempos observados (min)							Promedio (min)	
1	trapear	4	6	5	3	4	5	5	4,6	
2	Surtir cocas y tapas	2	5	2	3	3	2	4	3,0	
3	Organizar el área de trabajo	4	2	3	5	8	7	6	5,0	
4	Inspección de calidad	20	-	21	-	20	-	-	8,7	
5	ESPERA	10	12	12	9	11	12	11	11,0	
6	Cargar malacate	10	9	11	9	11	9	10	9,9	
Total tiempo ciclo		50	34	54	29	57	35	36	<b>42,1</b>	

**Prueba** (50 cocas/min, 25 bundles/min)

Operario: Auxiliar planta										
#	Pasos	Tiempos observados (min)							Promedio (min)	
1	Surtir cocas y tapas	2	5	2	3	3	2	4	3,0	
2	Inspección de calidad	10	10	11	10	10	10	11	10,3	
3	ESPERA	10	9	12	8	10	11	10	10,0	
4	Cargar malacate	10	9	11	9	11	9	10	9,9	
Total tiempo ciclo		32	33	36	30	34	32	35	<b>33,1</b>	

Tabla 20. Capacidad operario auxiliar de planta, durante la prueba piloto

Operario: Auxiliar de planta		
capacidad teórica (min)	Capacidad Real (min)	% Capacidad utilizada
34	23,2	68,24

Durante la prueba se pudo observar que pasaron aproximadamente 33 minutos para que el operario volviera a cargar el malacate, esto significa que disminuye el tiempo de ciclo, antes la actividad de inspección de calidad se hacía en 20 minutos, ahora se hace en partes iguales de a 10 minutos. Aun habiendo aumentado la tasa de producción, el operario tiene 10 minutos en los cuales espera, durante éste tiempo el operario llena registros , hace aseo a la zona y organiza su puesto de trabajo. No se presentó ningún problema en la zona del malacate, se evidenció que con un posible aumento en la tasa de producción el operario no tendría ningún inconveniente en seguir realizando la actividad solo.

**9.5.1.3 Resultados en la zona de preparación.** Simulando un aumento en la tasa de producción de 28 cocas por minuto a 50 cocas por minuto se obtuvieron los siguientes resultados en la zona de preparación. La tabla 21 muestra los el formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario de preparación. La tabla 22 muestra la capacidad utilizada durante la misma.

Tabla 21. Formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario de preparación.

**Antes** (28 cocas/min, 14 bundles/min)

Operario: Preparador										
#	Actividades	Tiempos observados (min)							Promedio (min)	
1	Descargar y cargar MP 1 (1 bolsa)	0,5	0,8	1	0,6	0,9	1	0,8	0,8	
2	Descargar y cargar MP 2 (3 bultos)	2	3	2	4	3	2	2	2,6	
3	Descargar y cargar MP 3 (5 bultos)	4	4	5	4	4	4	5	4,3	
4	Bajar al primer piso	1			1				0,8	
5	Revisar crema en el tanque buffer	2	1	2	2	2	2	2	1,9	
6	Organizar planta	4	4	5	5	3	3	3	3,9	
7	Poner mangas	6	10	5	4	7	4	5	5,9	
8	Preparar el batch	15	15	15	15	15	15	15	15,0	
9	Esperar que la crema baje del crutcher al buffer	5	5	5	5	5	5	5	4,9	
10	Poner mangas	15	13	12	13	11	13	13	12,9	
11	Subir a cargar tolvas para otro batch	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Total tiempo ciclo		54	56	52	54	51	49	51	<b>52,3</b>	

**Prueba (50 cocas/min, 25 bundles/min)**

Operario: Preparador										
#	Pasos	Tiempos observados (min)						Promedio (min)		
1	Descargar y cargar MP 1 (1 bolsa)	0,6	0,7	1	1,0	0,9	1	1,0	0,8	
2	Descargar y cargar MP 2 (3 bultos)	3	3	2	3	3	2	2	2,6	
3	Descargar y cargar MP 3 (5 bultos)	5	4	4	4	5	4	4	4,3	
4	Revisar crema en el tanque buffer	2	1	2	2	2	2	2	1,9	
5	Organizar planta	4	4	5	5	3	3	3	3,9	
6	Preparar el batch	15	15	15	15	15	15	15	15,0	
7	Esperar que la crema baje del crutcher al buffer	5	5	5	5	5	5	5	4,9	
8	Subir a cargar tolvas para otro batch	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Total tiempo ciclo		35	33	34	35	34	32	32	33,4	

Tabla 22. Capacidad utilizada del preparador durante la prueba piloto

Operario: Preparador		
capacidad teórica (min)	Capacidad Real (min)	% Capacidad utilizada
34	25	73,53

Durante la prueba se logró que el preparador permaneciera en su lugar de trabajo y así evitar incidentes de calidad ocurridos en el pasado, se eliminó la actividad de posicionar tapas que consumía alrededor de 12 minutos gracias a que las tapas se adhirieron a la banda. La capacidad utilizada fue de 73,53%, lo que significa que es capaz de realizar sus labores normalmente con una tasa de producción de 50 cocas/min (25bundles/min).

**9.5.1.4 Resultados en la zona de llenado.** Simulando un aumento en la tasa de producción de 28 cocas por minuto a 50 cocas por minuto se obtuvieron los siguientes resultados en la zona de llenado. La tabla 23 muestra el formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario de llenadora y la tabla 24 muestra la capacidad utilizada durante la misma.

Tabla 23. Formato para la determinación de parámetros, antes y durante la prueba piloto, para el operario de llenadora

**Antes** (28 cocas/min, 14 bundles/min)

Operario: Llenadora										
#	Pasos	Tiempos observados (min)						Promedio (min)		
1	Verificar peso	10	12	12	9	11	12	11	11,0	
2	Surtir cocas y tapas a los dosificadores	8	7	7	8	8	7	7	7,4	
3	Vigilar la llenadora	20	21	22	23	21	27	23	22,4	
4	Poner tapas de madera	9	5	5	8	9	4	5	6,4	
5	Hacer ajustes a la llenadora	5	4	5	5	3	1	5	4,0	
Total tiempo ciclo		52	49	51	53	52	51	51	<b>51,3</b>	

Prueba (50 cocas/min, 25 bundles/min)

Operario: Llenadora										
#	Pasos	Tiempos observados (min)							Promedio (min)	
1	Verificar peso	10	12	12	9	11	12	11	11,0	
2	Surtir cocas y tapas a los dosificadores	8	7	7	8	8	7	7	7,4	
3	Vigilar la llenadora	10	10	12	12	10	12	11	11,0	
4	hacer ajustes a la llenadora	5	4	5	5	3	1	5	4,0	
Total tiempo ciclo		33	33	36	34	32	32	34	<b>33,4</b>	

Tabla 24. Capacidad utilizada del operario de llenadora durante la prueba piloto

Operario: Llenadora		
capacidad teórica (min)	Capacidad Real (min)	% Capacidad utilizada
34	22	64,71

En las tablas anteriores podemos ver que se eliminó la tarea de poner tapas de madera al operario de llenadora, lo que le permite permanecer en su puesto de trabajo y evitar incidentes de seguridad y de calidad. La capacidad utilizada fue de 64,71% lo que significa que es capaz de realizar sus labores normalmente con una tasa de producción de 50 cocas/min (25bundles/min) y no presentaría ningún inconveniente en un eventual aumento en la tasa de producción.

**9.5.1.5 Resultados en la zona de termoencogido.** En la zona de termoencogido se realizó un conteo de bundles/min para cada operario. Es importante aclarar que durante la prueba desaparece el puesto del operario de tapas, gracias a que las tapas de madera fueron adheridas a la banda del túnel de termoencogido.

**9.5.1.5.1 Operario transfer.** La tabla 25 muestra cuantos bundles fueron transferidos por el operario.

Tabla 25. Bundles/min transferidos por el operario

		Bundles transferidos/min										
Muestras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	promedio
Operario de transferencia		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
												25

El operario de transferencia es capaz de cumplir su tarea de transferir todos los bundles que salen de la llenadora, a pesar de que no manifestó cansancio el líder de seguridad de la planta de lavaplatos manifestó la necesidad de acortar el tiempo de rotación de los operarios luego de realizar una evaluación ergonómica con el fin de disminuir el riesgo ergonómico con el aumento en la tasa de producción.

**9.5.1.5.2 Operarios mangas.** Al inicio de la prueba se midió cuantas mangas/min es capaz de poner un operario. La prueba se realizó con el operario más habilidoso en la tarea, con el menos habilidoso y con uno de habilidad media seleccionados por el jefe de turno. La tabla 26 muestra los resultados de la prueba individual de poner mangas.

Tabla 26. Bundles con manga/min

		Bundles con manga/min									
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	promedio
Operario con habilidad	11	11	12	12	11	12	11	12	12	12	11,6
Operario sin habilidad	6	6	7	6	6	7	7	6	7	7	6,5
Operario con habilidad media	8	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8,4

La tabla anterior muestra que el operario con habilidad pone casi el doble de mangas/min. Sin embargo, para una tasa de producción de 25 bundles/min no alcanzaría con 2 operarios, sin importar que sean hábiles en la tarea. El mínimo requerido entonces será de 3 operarios que en promedio sean capaces de poner 9 mangas/min. Se definió que el operario hábil compartirá la forma de posicionar las mangas a sus compañeros de trabajo en una sesión que programará el jefe de turno.

**9.5.1.5.3 Operario entrada al túnel.** La tabla 27 muestra cuantos bundles fueron introducidos al túnel por el operario.

Tabla 27. Bundles introducidos al túnel /min

		Bundles /min									
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	promedio
Operario entrada al túnel	19	19	19	19	19	18	18	18	17	18	18,4
											18,4

De la tabla anterior podemos concluir que en promedio un operario es capaz de introducir 18 bundles/min al túnel de termoencogido esto no significa que los 18

salgan buenos, debido a la alta cantidad de bundles que debe posicionar en el túnel, muchos se caen de la tapa de madera lo que hace que el termoencogido sea de mala calidad y el bundle deba ser reprocesado. Es por esta razón que es necesario, al aumentar el rate de operación a 25 bundles/min, un segundo operario que lo apoye en su labor de posicionar los bundles a la entrada del túnel.

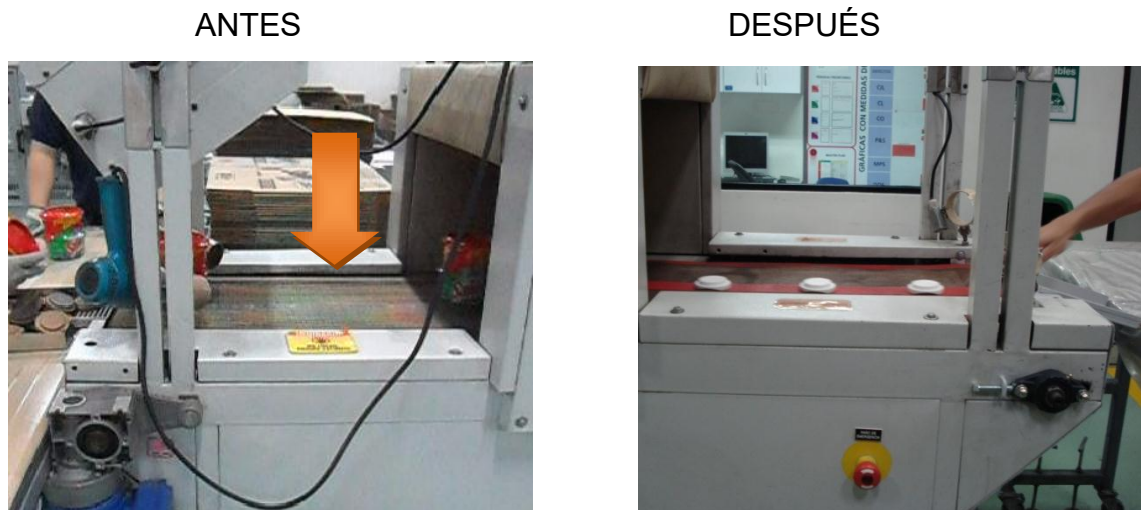
**9.5.1.6 Operarios salida del túnel.** La tabla 28 muestra cuantos bundles es capaz de empacar un operario por minuto.

Tabla 28. Bundles empacados /min

Muestras	Bundles /min										promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Operario de empaque	13	14	12	14	12	12	12	15	12	14	13
											13

Con los datos obtenidos se deduce que de realizar un aumento en la tasa de producción se necesitarían dos recursos para empacar los 25 bundles/min. Antes un operario se dedicaba a darle un acabado a los bundles mediante los secadores industriales, con la mejora en los secadores se eliminó esta actividad; además, gracias a la mejora de la campana de acero instalada en el túnel, la calidad del termoencogido es mucho mejor lo que permite que los dos operarios empaquen al tiempo y hagan una inspección visual antes de empacar con el fin de detectar posibles imperfecciones. La figura 17 muestra la mejora realizada al cambiar las tapas de madera por los aditamentos en teflón instalados en la banda.

Figura 17. Cambio de tapas de madera por aditamentos de teflón



## 9.6 ALARGAMIENTO DEL CHASIS DEL TÚNEL DE TERMOENCOGIDO

Después de la prueba piloto con las tapas de madera y de las conclusiones acerca de ésta, se estableció que era necesario alargar el túnel de termoencogido con el fin de que el operario contara con más espacio para acomodar los bundles sobre las tapas y así evitar la condición insegura anteriormente expuesta. Al alargar el chasis se debe alargar la banda.

### **Ventajas:**

Las ventajas son las ya mencionadas con anterioridad, evitar condiciones inseguras y proporcionar un mayor espacio para la acomodación de los bundles. La banda actual está gastada, se reemplazaría por una nueva.

### **Desventajas:**

Ninguna

Se toma la decisión de alargar el chasis del túnel 1 metro (ver figura 18) y su costo es de 5'000.000 de pesos colombianos.

Figura 18. Alargamiento en el chasis del túnel



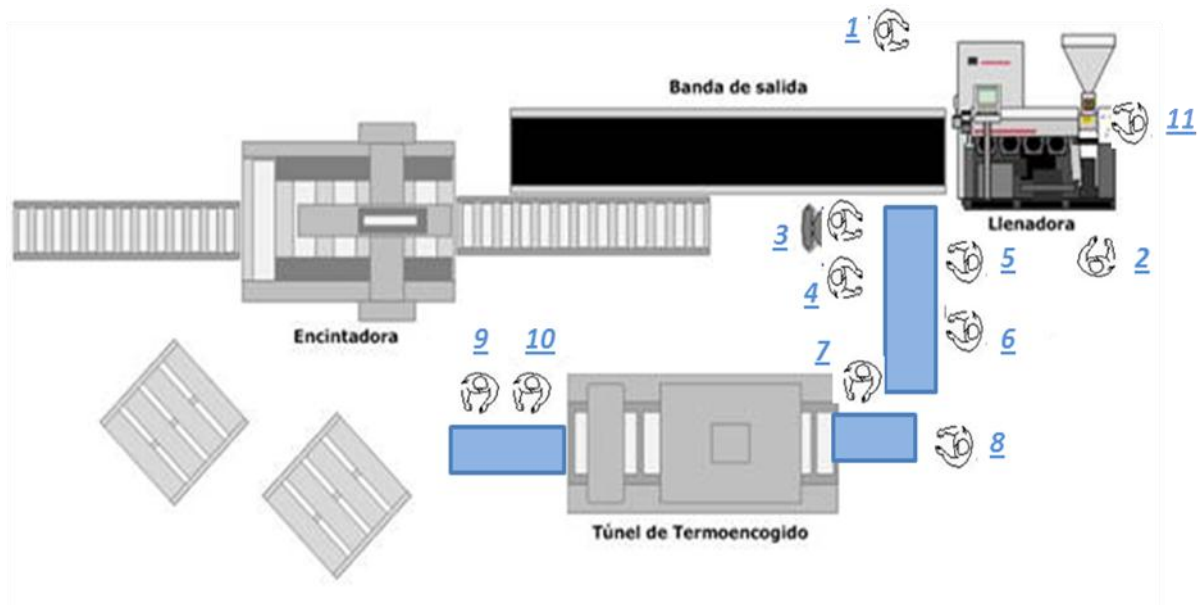
## 9.7 LAYOUT CON CAMBIOS

La tabla 29 junto a la figura 19 explican cómo quedaron los roles de operación dentro de la planta lavaplatos, además en la figura 19 se muestra el nuevo layout que contempla las modificaciones hechas al túnel de termoencogido y la mesa.

Tabla 29. Puestos de operación antes y después de las mejoras

Antes	Después
1 Operario Auxiliar de planta	1 Operario Auxiliar de planta
2 Operario llenadora	2 Operario llenadora
3 Operario de transferencia	3 Operario de transferencia
4 Operario de mangas	4 Operario de mangas
5 Operario de mangas	5 Operario de mangas
6 Operario de mangas	6 Operario de mangas
7 Operario de tapas	7 Operario de entrada al túnel
8 Operario de entrada al túnel	8 Operario de entrada al túnel
9 Operario de revisión	9 Operario de empaque
10 Operario de empaque	10 Operario de empaque
11 Operario tapas- preparador	11 Operario preparador

Figura 19. Layout de operación después de las mejoras



## **10. REVISIÓN DE RESULTADOS**

Luego de la implementación de las mejoras se siguen una serie de pasos y pruebas con el objetivo fundamental de verificar que las mejoras propuestas alcancen el objetivo planteado.

### **10.1 RECEPCIÓN DE EQUIPOS**

En ésta primera fase el equipo de ingeniería y los líderes de la planta revisan que los equipos modificados en el caso específico de la planta el túnel y la mesa de termoencogido cumplan con las especificaciones pactadas.

La recepción de los equipos fue satisfactoria y el proveedor cumplió con las especificaciones en su totalidad.

### **10.2 LISTA DE DEFECTOS**

Una vez realizadas las modificaciones a los equipos, se realizará una inspección por parte del área de Ingeniería y los líderes de la planta lavaplatos para detectar todos aquellos defectos de seguridad y calidad, una vez realizadas las modificaciones. Los defectos de seguridad deberán ser corregidos antes de continuar con las pruebas.

Se descubrió un defecto importante en una guarda de seguridad (ver figura 20) el líder de seguridad ordenó que se corrigiera el defecto ya que existía un riesgo y los operarios podían quedar atrapados y causar mutilaciones.

Figura 20. Defecto en guarda de seguridad



### **10.3 PRUEBAS ESTÁTICAS**

Las pruebas estáticas son inspecciones a los equipos modificados según el arreglo previsto y su objetivo es verificar que el equipo esté libre de defectos de seguridad, mecánicos, eléctricos y/o de control y 100% apegada al diseño original

El listado de las pruebas estáticas (ver anexo A) se realizó y se cumplieron con todos los ítems.

### **10.4 PRUEBAS DINÁMICAS**

Las pruebas dinámicas sirven para verificar que el equipo funcione y desarrolle el trabajo que por diseño se le especificó, probándolo individualmente y como sistema de operación. Las pruebas incluyen corridas sin producto para asegurar su funcionamiento y sincronización.

Se realizaron mediciones de vibraciones de temperatura, se verificó que no se presentaran golpes de los aditamentos de la banda en funcionamiento.

El listado de chequeo para las pruebas dinámicas (ver anexo B) se realizó, y durante la prueba algunos de los aditamentos se desprendieron; ante ésta situación, se analizaron las causas y se decidió sujetar los aditamentos adicionándole una contratuerca al sistema, ya que la razón principal del desprendimiento era que la rosca se perdía gracias al movimiento propio de la banda.

### **10.5 CORRIDAS DE DEFINICIÓN**

Su principal objetivo es definir los parámetros de operación como temperatura del túnel y velocidad de la banda dentro de los cuales se va a operar. La corrida de definición no fue necesaria hacerla ya que el proyecto no incluye la modificación de dichos parámetros de operación.

### **10.6 CORRIDAS DE DEMOSTRACIÓN**

Las corridas de demostración tienen el objetivo de comprobar que los operarios pueden entregar consistentemente producto de buena calidad durante el tiempo de operación. El objetivo es lograr una operación estable por al menos 8 horas el total de la producción empacada en cajas del turno se revisa para encontrar posibles defectos de calidad.

#### **Resultado:**

El resultado de la corrida de demostración fue satisfactorio, el 100% del producto empacado paso satisfactoriamente la inspección de calidad.

## 10.7 CALIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN

Durante esta etapa la operación debe de ser capaz de comprobar que el sistema es robusto y que los operarios pueden entregar consistentemente producto de buena calidad durante un tiempo largo de operación. Se le dará seguimiento semanal por parte del equipo de arranque, y se modificarán las condiciones de operación conforme sea necesario.

### Resultado:

Durante la etapa de calificación y verificación la planta de lavaplatos entregó los resultados esperados, con el aumento en la tasa de producción de 28 a 50 golpes/min en la llenadora y las mejoras implementadas no se presentaron problemas.

## 10.8 RESUMEN DE RESULTADOS

### 10.8.1 Tiempo de ciclo

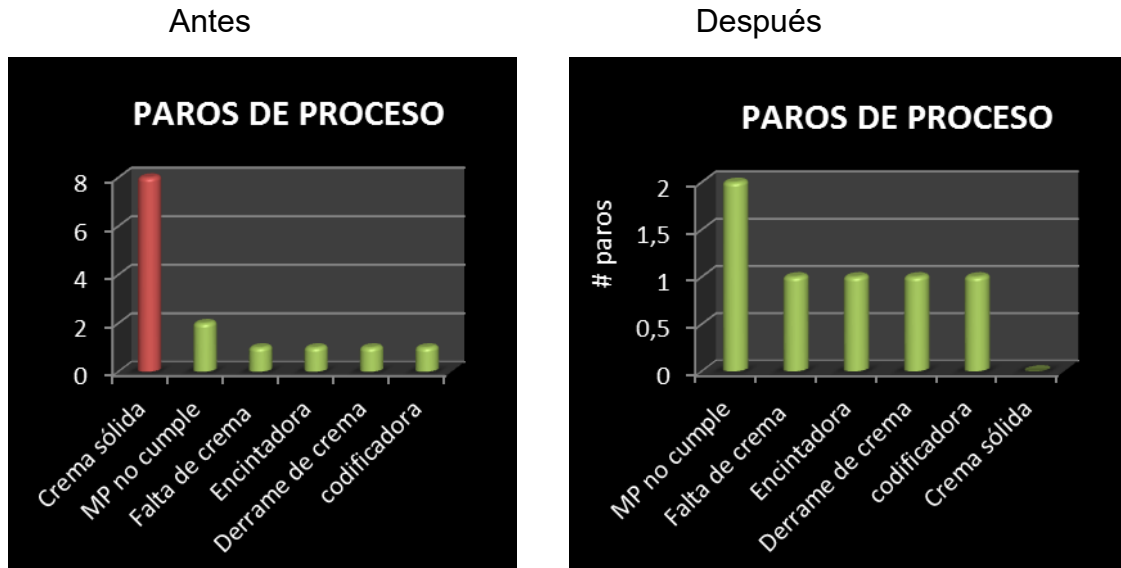
La tabla 30 muestra el tiempo de ciclo antes y después de las mejoras implementadas en la planta de lavaplatos.

Tabla 30. Tiempo de ciclo antes y después de las mejoras.

Tiempo de ciclo (minutos)	
Antes (28 golpes/min)	Después (50 golpes/min)
52,4	34

La reducción del tiempo de ciclo en 18,4 minutos fue un factor determinante en la reducción de los paros de proceso que se presentaban en la planta de lavaplatos (ver figura 21)

Figura 21. Reducción de los paros de proceso en la planta lavaplatos



En la tabla anterior se observa que los paros de proceso en la producción de bundles debido a la crema sólida se redujeron, la razón fundamental es que el tiempo de ciclo bajo, la crema circula mucha más rápido y no se solidifica en el tanque buffer obstruyendo las tuberías. Cada paro de proceso a causa de la crema sólida significaba una pérdida de 66 minutos en promedio durante el turno de operación porque los operarios debían desmontar todo el sistema de tuberías y lavarlo.

### 10.8.2 Capacidad utilizada

La tabla 31 muestra la capacidad utilizada antes y después de las mejoras, de los operarios: Auxiliar de planta, preparador y de llenado.

Tabla 31. Capacidad utilizada antes y después de las mejoras, de los operarios: Auxiliar de planta, preparador y de llenado.

	Capacidad utilizada		
	Antes	Después	Aumento
<b>Operario Aux. de planta</b>	41,22%	68,24%	27,02%
<b>Operario preparación</b>	47,71%	73,53%	25,82%
<b>Operario llenadora</b>	42,75%	64,71%	21,96%

Gracias a la reducción del tiempo de ciclo y a la reasignación de tareas que se realizó previamente se logró un aumento significativo en la capacidad utilizada de los operarios mencionados.

### 10.8.3 Impacto del aumento en la rata de producción en el área de termoencogido y empaque

**10.8.3.1 Operario de transferencia.** La tabla 32 muestra el aumento en bundles/min transferidos de la banda a la mesa de termoencogido por el operario.

Tabla 32. Aumento en bundles/min transferidos

	ANTES	DESPUÉS	AUMENTO	PORCENTAJE
	Promedio de bundles/min transferidos	Promedio de bundles/min transferidos		
<b>Operario de transferencia</b>	14	25	11	78,57%

Es importante destacar que el aumento fue supervisado por el líder de seguridad con el fin de no sobrecargar al operario, se realizaron pruebas y evaluaciones con

el fin de conservar la integridad física del trabajador para no generar enfermedades laborales

**10.8.3.2 Operarios de mangas.** La tabla 33 muestra el aumento en bundles con manga/min de los operarios encargados de dicha labor.

Tabla 33. Aumento en bundles con manga/min

	ANTES	DESPUÉS	AUMENTO	PORCENTAJE
	Promedio de bundles con mangas/min	Promedio de bundles con mangas/min		
Operario de mangas 1	4,6	9	4,4	95,65%
Operario de mangas 2	5	8	3	60,00%
Operario de mangas 3	4,9	8	3,1	63,27%
Promedio	<b>14,5</b>	<b>25</b>	<b>10,5</b>	<b>72,41</b>

En la tabla anterior se aprecia un aumento del 72% en el total de bundles con manga/min, se logró gracias a que los operarios más hábiles entrenaron a los menos hábiles en el procedimiento que se debe seguir para un posicionamiento de mangas más veloz.

**10.8.3.3 Operarios entrada del túnel.** La tabla 34 muestra el aumento en bundles/min introducidos al túnel. Vale la pena señalar que esta función antes solo la realizaba un operario, gracias a las mejoras realizadas se liberó una persona y es utilizada actualmente en la posición de entrada del túnel debido a que un solo operario no es capaz de acomodar todos los bundles con manga que vienen de la actividad anterior.

Tabla 34. Bundles/min introducidos al túnel por operario.

	ANTES	DESPUÉS	AUMENTO	PORCENTAJE
	Promedio de bundles introducido/min	Promedio de bundles introducidos/min		
Operario de entrada 1	13,5	13	-0,5	-3,70
Operario de entrada 2	0	12	12	#¡DIV/0!
Promedio	<b>13,5</b>	<b>25</b>	<b>11,5</b>	<b>85,19</b>

En la tabla anterior se observa un aumento del 85,19 % en la cantidad de bundles introducidos al túnel, después de las pruebas piloto se observó que era necesario que un segundo operario soportara la operación debido a que un solo operario no bastaba. También es importante señalar que al operario 1 se le redujo la carga de trabajo y por esta razón la el aumento es negativo como se observa en la anterior tabla.

**10.8.3.4 Operarios salida del túnel.** Gracias a las mejoras implementadas actualmente dos son los operarios que se dedican a las labores de empaque y no uno como anteriormente se hacía. Las mejoras en el túnel de termoencogido junto

con el kaizen realizado para el soporte de los secadores permitieron que el operario que revisaba los bundles pasara a empacar y actualmente los dos operarios mientras empacan hacen una inspección visual para detectar posibles defectos de calidad. Cabe destacar que anterior procedimiento descrito fue avalado por el jefe de calidad de la planta. La tabla 35 muestra el aumento en bundles/min empacados.

Tabla 35. Bundles/min empacados por operario

	ANTES	DESPUÉS	AUMENTO	PORCENTAJE
	Promedio de bundles empacados/min	Promedio de bundles empacados/min		
Operario empaque 1	9	13	4	44,44
Operario empaque 2	0	12	12	#¡DIV/0!
Promedio	<b>9,0</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>166,67</b>

Es en la anterior tabla donde se ven los verdaderos resultados obtenidos en la planta lavaplatos. Como se puede observar se pasó de empacar 9 bundles/min a empacar 24 bundles/min, es decir un aumento del 166.67%

#### 10.8.4 Costos asociados a la tercerización

Los ahorros que se lograron con el proyecto en términos de dinero se muestran en la tabla 36.

Tabla 36. Ahorros logrados con el proyecto

		Ahorro anual (en COP)
<b>Costos de tercerización</b>	Material de empaque N°1	10.000.000
	Costos de transporte	70.000.000
	Costos de manufactura	70.000.000
	Material de empaque N°2	10.000.000
<b>Costos mejoras</b>	Campanas	-400.000
	Aditamentos y banda	-3.500.000
	Alargamiento del chasis del túnel	-5.000.000
	Soportes para secadores	-60.000
<b>Total</b>		<b>151.040.000</b>

Como se observa en la tabla anterior el ahorro logrado fue de 151'040.000 de pesos colombianos, restando el costo de las mejoras realizadas.

## 11. CONCLUSIONES

- Se incrementó la tasa de producción de bundles en la planta de lavaplatos de Procter & Gamble en un 166,67 % pasando de 9 bundles/ min empacados a 24 bundles/min empacados.
- Se logró un ahorro de 160'000.000 que era el valor al que ascendían los costos asociados a la tercerización, invirtiendo sólo el 5.6% del mismo en las mejoras propuestas.
- Se identificó que la principal restricción para el proceso eran las tapas de madera sobre las que los operarios ponían el bundle para ser introducido al túnel de termoencogido. Se fijaron las tapas al túnel de termoencogido y se reemplazó la madera por el teflón.
- Mediante el uso de herramientas de mejoramiento continuo se analizaron los problemas en la planta de lavaplatos y se realizaron mejoras al túnel, como la instalación de la campana que direcciona el calor y los soportes para los secadores industriales, que mejoraron notablemente la apariencia del termoencogido reduciendo así el porcentaje de bundles rechazados y pasando de un 35,7 % a un 7,1%. Adicional, se alargó el chasis del túnel de termoencogido en la entrada lo que permitió que dos operarios pudieran realizar dicha labor, antes no era posible debido al poco espacio con el que se contaba.
- Se redujo el tiempo de ciclo 18,4 min gracias al aumento en los golpes/min en la llenadora que pasaron de 28 a 50. Con esto se logró una notable disminución en los paros de proceso, ya que después de realizar un análisis, se encontró que la causa raíz de los paros era que la crema se solidificaba debido a que permanecía mucho tiempo en el tanque buffer; al permanecer

tanto tiempo se tapaban las tuberías obligando a los operarios a desmontar y lavar todo el sistema, lo que les tomaba en promedio 66 min.

- Se realizaron cambios en la distribución del personal operativo. Al desaparecer la actividad de montar los bundles sobre las tapas de madera se liberaron los dos recursos que estaban destinados a dicha labor. Actualmente el preparador y el operario de llenadora, que rotaban en uno de los puestos de montaje de bundles se dedican a desempeñar sus funciones operativas de preparación y llenado eliminando así el riesgo de un incidente de calidad o seguridad. El segundo operario que se liberó, actualmente apoya la actividad de introducir los bundles al túnel.
- Se redujo el riesgo ergonómico en la zona de termoencogido al generar un estándar de rotación de los operarios cada 30 min
- Se realizaron diferentes pruebas piloto con el fin de verificar que, las mejoras propuestas cumplieran con los requisitos de seguridad y calidad exigidos por Procter & Gamble, y que los cambios generaran los resultados esperados en cuanto al aumento de capacidad.
- Se logró un ahorro de 151'040.000 millones de pesos colombianos al año asociados a la tercerización.

## 12. RECOMENDACIONES

- Procter & Gamble debe seguir promoviendo el mejoramiento continuo en todos sus procesos mediante el uso de las herramientas propias del pilar de WPI con el fin de estar a la vanguardia en el mercado internacional de productos de consumo masivo.
- Con un posible aumento en la demanda de bundles, se recomienda automatizar más la planta. Aún después de las mejoras, la planta de lavaplatos continúa teniendo operaciones manuales.

## BIBLIOGRAFIA

- Agudelo T., L. F., & Escobar Bolívar, J. (2006). *Gestión por procesos*. Medellín: Los autores.
- ARISTIZABAL RESTREPO, Santiago y ESTRADA TOBÓN, David Esteban. (2010). *Mejoramiento del sistema productivo en planta de lavaplatos, Procter & Gamble Industrial Colombia*. Trabajo de grado Ingeniero de producción. Medellín: Universidad Eafit.
- CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas y JACOBS F, Roberts (2000). *Administración de producción y operaciones: Manufactura y Servicios*. Octava Edición. Santa Fe de Bogotá: Editorial McGraw Hill.
- GARCIA CASTRILLÓN, Carlos Felipe y ORTIZ CANO, Juan Guillermo (2005). *Evaluación de las restricciones del proceso de pintura de las piezas plásticas para un aumento de capacidad y mejoramiento de la producción en Sofasa*. Trabajo de grado Ingeniero de producción. Medellín: Universidad Eafit.
- IMAI, Masaaki. *Cómo implementar el kaizen en el sitio de trabajo (gemba)*. (2003). Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.
- SUZUKI, Tokutarō. *TPM en industrias de proceso* (1995). Madrid-España. Japan Institute of Plan Maintenance. Versión en español TGP-Hoshin,
- [http://es.enc.tfode.com/Procter\\_&\\_Gamble](http://es.enc.tfode.com/Procter_&_Gamble)
- [http://www.pg.com/es\\_ES/history/jsp/ourhistory\\_spain\\_3.shtml](http://www.pg.com/es_ES/history/jsp/ourhistory_spain_3.shtml)

**ANEXO A. CHECK LIST PRUEBAS ESTATICAS**

**P&G** lista de Chequeo de Operación (Estáticas)  
**Túnel Termoencogido DW**

**Protocolo de Validación**

<b>Equipo: Túnel Termoencogido</b>			
<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criterio de Éxito</b>	<b>Cumple con el Criterio de Éxito</b>
<b>Chasis</b>			
1	Verificar la estructura del chasis	Robusto, registrar calibre de láminas y/o tuberías	√
2	Verificar la estructura del chasis	Sin deformaciones o golpes en su estructura	√
3	Verificar la soldadura de las láminas del chasis	Soldaduras en buen estado, sin fisuras	√
4	Verificar las medidas de la estructura	Dimensiones según plano mecánico	√
5	Verificar la estructura del chasis	Pintura en perfecto estado	√
6	Verificar las medidas de la estructura	Altura mínima entre piso y chasis es de 15 cm.	√
7	Verificar la estructura del chasis	No presenta partes cortantes o filosas	√
<b>Guardas</b>			
8	Verificar la estructura	Ajustadas firmemente a la estructura.	√

9	Verificar estructura	Calibre de laminas	√
10	Verificar estructura	No presenta partes cortantes o filosas	X
11	Verificar estructura	Tornillería completa cumpliendo estándar de planta	√
<b>Caja de Control</b>			
12	Verificar estructura	Firmemente ajustada a la estructura principal	√
13	Verificar estructura	No presenta partes cortantes o filosas	√
14	Verificar estructura	No presenta áreas de difícil acceso o puntos muertos.	√
<b>Ruedas</b>			
15	Verificar ajuste de las ruedas a la estructura	Ajustadas firmemente.	√
16	Verificar movimiento de las ruedas	Ruedas giran libremente	√
17	Verificar estructura de freno	Cuentan con sistema de frenos	√
<b>Estructura superior</b>			
18	Verificar estructura	Anclada firmemente a la estructura principal del equipo	√
19	Verificar estructura	No presenta fisuras en su estructura	√
20	Verificar estructura	No presenta partes cortantes o filosas	√
21	Verificar estructura	Dimensiones efectivas de entrada	√
<b>Motorreductor</b>			
22	Verificar estructura	Anclado firmemente a la estructura del equipo	√
23	Verificar estructura	Sin golpes o deformaciones en	√

		su carcasa	
24	Verificar estructura	Guarda de ventilador instalada	√
25	Verificar estructura	Sin puntas o bordes cortantes	√
26	Verificar estructura	Caja de empalmes eléctricos presente con tapa ajustada.	√
27	Verificar estructura	Placa de datos presente y legible	√
<b>Eje motriz</b>			
28	Verificar ajuste de los rodamientos de apoyo	Ajustado firmemente a los rodamientos de apoyo	√
29	Verificar movimiento eje motriz	Eje gira libremente y no choca con ningún elemento del equipo	√
30	Verificar ajuste	Ajuste solidario a la transmisión del reductor	√
<b>Chumaceras y rodamientos eje motriz</b>			
31	Verificar ajuste a la estructura	Ajustadas firmemente a la estructura del equipo	√
32	Verificar estructura	Tornillería completa y según estándar	√
33	Verificar puntos de lubricación	Puntos de lubricación fácil de identificar y accesibles	√
<b>Eje conducido</b>			
34	Verificar ajuste a los rodamientos de apoyo	Ajustado firmemente a los rodamientos de apoyo	√
35	Verificar movimiento eje conducido	Eje gira libremente y no choca con ningún elemento del equipo	√
<b>Chumaceras y rodamientos eje conducido</b>			
36	Verificar ajuste a la estructura	Ajustadas firmemente a la estructura del equipo	√
37	Verificar estructura	Tornillería completa y según estándar	√

38	Verificar puntos de lubricación	Puntos de lubricación fácil de identificar y accesibles	√
----	---------------------------------	---	---

<b>Banda</b>			
39	Verificar dimensiones	Dimensiones correctas	√
40	Verificar estructura	No presenta puntas cortantes ni eslabones sueltos.	√
41	Verificar estructura	Empalme de la banda en perfecto estado	√
<b>Desconector local</b>			
42	Verificar ajuste a la estructura	Ajustado firmemente a la estructura del equipo	√
43	Verificar estructura	Cableado de alimentación con terminales y ajustados, sin cables expuestos.	√
44	Verificar estructura	Perilla candadeable en posición Off	√
45	Verificar puntos de lubricación	Perilla gira libremente on/off, sin trabas	√
<b>Paros emergencia</b>			
46	Verificar ajuste a la estructura	Ajustado firmemente a la estructura del equipo	√
47	Verificar estructura	Cableado de alimentación con terminales y ajustados, sin cables expuestos.	√
48	Verificar estructura	Sin golpes o deterioro en su superficie	√
49	Verificar estructura	Componente identificado y en lugar visible	√
50	Verificar estructura	Botón de paro al oprimirlo se sostiene en esa posición.	√

51	Verificar estructura	Botón de paro se libera al girar o halar.	√
----	----------------------	---	---

<b>Térmicos</b>			
52	Verificar ajuste a la estructura	Ajustado firmemente a la estructura del equipo	√
53	Verificar estructura	Cableado de alimentación con terminales y ajustados	√
54	Verificar estructura	Rango de trabajo de acuerdo a placa del motor	√
<b>Caja de control completa</b>			
55	Verificar ajuste a la estructura	Ajustado firmemente a la estructura del equipo	√
56	Verificar estructura	Línea de tierra existente entre caja y equipo, caja y puerta	√
57	Verificar estructura	Puerta abre y cierra fácilmente.	√
58	Verificar estructura	Puerta presenta cierre hermético con la caja y tiene chapa.	√
59	Verificar estructura	Caja de control tiene refrigeración para componentes internos.	√
60	Verificar estructura	Dimensiones de la caja permiten la refrigeración de todos los componentes eléctricos.	√
61	Verificar estructura	Todos los componentes eléctricos están anclados a la caja de control con riel omega.	√
<p><b>Comentarios Adicionales</b></p> <p>Se corrigió el defecto encontrado en el la guarda de seguridad, la cual presentaba una parte filosa y era un riesgo para los operarios.</p>			

## ANEXO B. CHECK LIST PRUEBAS DINÁMICAS



Lista de Chequeo de Instalación (Dinámicas)

### Túnel Termoencogido DW

#### Protocolo de Validación

Equipo: Túnel Termoencogido			
Marca:		Modelo:	
Ítem	Descripción	Criterio de Éxito	Cumple con el Criterio de Éxito
<b>Motoreductor</b>			
1	Revisar conexión eléctrica del motor	Verifique alimentación eléctrica del motor (220 VAC)	√
2	Funcionamiento motor	Energice el motor y verifique sentido de giro	√
3	Funcionamiento motor	Verifique amperaje del motor en operación	√
4	Funcionamiento motor	Verifique RPM máxima del motor	√
5	Funcionamiento motor	Verifique relación de transmisión del reductor	√
<b>Eje motriz</b>			
10	Funcionamiento eje motriz	Verifique que el eje gire solidariamente con el eje del reductor al energizarlo	√
11	Funcionamiento eje motriz	Verifique que el eje no roce ninguna parte o estructura del equipo	√
12	Funcionamiento eje motriz	Verifique que el rodillo	√

		arrastre la banda sin deslizar.	
<b>Chumaceras y rodamientos eje motriz</b>			
<b>13</b>	Funcionamiento chumaceras y rodamientos	Verifique que no existan ruidos extraños o vibraciones en los rodamientos.	√
<b>14</b>	Funcionamiento chumaceras y rodamientos	Verifique temperatura en operación	√
<b>Eje conducido</b>			
<b>15</b>	Funcionamiento eje conducido	Verifique que el eje no roce ninguna parte o estructura del equipo	√
<b>Chumaceras y rodamientos eje conducido</b>			
<b>16</b>	Funcionamiento chumaceras y rodamientos	Verifique que no existan ruidos extraños o vibraciones en los rodamientos.	√
<b>Banda</b>			
<b>17</b>	Funcionamiento banda	Energice el sistema de transporte y verifique que la banda no roce con la estructura del equipo.	No cumple, los aditamentos se caen.
<b>18</b>	Funcionamiento banda	Verifique alineación de la banda dentro de la estructura del equipo	√
<b>19</b>	Funcionamiento banda	Verifique el cambio de velocidad de la banda de acuerdo al cambio de velocidad en el variador.	√
<b>Desconector local</b>			

20	Revisar conexión eléctrica del desconector	Verifique alimentación eléctrica	√
21	Verificar estado desconector	Verifique salida de voltaje con perilla en ON, se debe desenergizar al pasar a OFF.	√
2	Verifique funcionamiento desconector	Verifique que la perilla se desplace libremente y sin trabas.	√
23	Verifique que la manija del desconector local	Verifique que al colocar el desconector en posición OFF se abre todo el circuito eléctrico del túnel.	√
<b>Paros emergencia</b>			
24	Verificar estado paro emergencia	Botón de paro entra y sale libremente, libera al halar o girar.	√
25	Funcionamiento paro emergencia	Verifique que al oprimir el paro se detenga la banda de transporte.	√
26	Funcionamiento paro emergencia	Verifique que al oprimir el paro, se detienen los motores	√
27	Funcionamiento paro emergencia	Verifique que al desactivar el paro el equipo permanezca desenergizado.	√
<p><b>Comentarios Adicionales</b></p> <p>Para solucionar la caída de los aditamentos se establece que la sujeción debe llevar una contra tuerca, para que cuando los aditamentos pasen por el eje motriz, éstos estén bien sujetos y el contacto no ocasione la pérdida de la rosca.</p>			

