

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE EMPAQUE DE
DETERGENTE EN POLVO EN PROCTER & GAMBLE INDUSTRIAL COLOMBIA**

**SEBASTIÁN BARRIENTOS QUINTERO
DANIEL GUZMÁN FLÓREZ**

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

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE EMPAQUE DE
DETERGENTE EN POLVO EN PROCTER & GAMBLE INDUSTRIAL COLOMBIA**

SEBASTIÁN BARRIENTOS QUINTERO

DANIEL GUZMÁN FLÓREZ

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

Asesora: Ing. Gloria Sofía González

Gerente de Ingeniería Procter & Gamble Planta Medellín

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

MEDELLÍN

2011

Nota de aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, octubre de 2011

DEDICATORIA

Como culminación de una de nuestras etapas más importantes en la vida, este proyecto hace parte importante de nuestros aprendizajes y vivencias durante nuestra carrera, de la cual nos queda no solo el aprendizaje teórico sino también un gran crecimiento personal, necesario para afrontar las nuevas etapas que vendrán en nuestras vidas y que pensamos vivir con la misma alegría y ganas de seguir adelante con las que terminamos nuestra etapa universitaria. A todas las personas que nos acompañaron durante toda esta etapa de formación profesional les queremos dedicar este proyecto, pues gracias a ellas nos fue posible realizarlo.

Dedicatoria especial a nuestras familias por el apoyo en nuestro crecimiento profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS

A la Ingeniera Gloria Sofía González, por su apoyo durante nuestro año de práctica profesional en la compañía y por su apoyo y asesoría para la realización de este proyecto.

A la ingeniera Adriana Serna, Gerente de la planta de detergente en polvo, por su apoyo para la realización de este proyecto en la planta de empaque.

Al ingeniero Santiago Aristizabal, compañero de carrera y actual jefe del área de empaque por su disposición y ayuda durante el desarrollo del proyecto

Muy especialmente a todos los operarios del área de empaque por su incondicional apoyo y colaboración durante todas las etapas de planteamiento y elaboración del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS.....	17
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	18
2.1 P&G EN EL MUNDO	18
2.2 P&G EN LATINOAMÉRICA	18
2.3 P&G EN COLOMBIA	19
3. MARCO TEÓRICO	20
3.1 PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE EMPAQUE DE DETERGENTES.....	20
3.1.1 Resumen del proceso	20
3.1.2 Materias primas	20
3.1.3 Preparación para el arranque	20
3.1.4 Descripción del proceso.....	20
3.2 MEJORAS ENFOCADAS	21
3.3 FÁBRICA VISUAL	21
3.4 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	22
3.4.1 Estudio de tiempos	22
3.4.2 Estudio de movimientos.....	23
3.5 FUNDAMENTOS DEL SMED.....	23
3.5.1 Etapas del SMED.....	24
4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	26
4.1 PROBLEMA CON LOS SELLADOS DE LAS BOLSAS DE DETERGENTE EN POLVO	26
4.1.1 Pérdidas productivas	27
4.1.2 Generación de polvo visible.....	27
4.1.3 Cambios de teflones	27

4.2 PROBLEMAS CON LAS BANDAS DE TRANSFERENCIA.....	27
4.3 PROBLEMAS CON LAS PANTALLAS DE CONTROL.....	28
4.3.1 Controles visuales.....	28
5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	29
6. METODOLOGÍA.....	30
6.1 IDENTIFICAR OPORTUNIDADES.....	30
6.2 FACTIBILIDAD.....	30
6.3 DEFINICIÓN.....	30
6.4 EJECUCIÓN.....	30
6.5 VALIDACIÓN.....	31
7. ALCANCE.....	32
8. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	33
8.1 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE DETERGENTE EN POLVO.....	33
8.1.1 Análisis detallado de las líneas de empaque.....	35
8.2 PRINCIPALES PÉRDIDAS PRODUCTIVAS Y FUENTES DE GENERACIÓN DE POLVO VISIBLE EN LAS LÍNEAS.....	37
8.2.1 Válvula iris.....	38
8.2.2 Sellados.....	45
8.2.3 Pantallas de control de las empacadoras primarias.....	50
8.2.4 Transferencia entre bandas.....	51
8.2.5 Cambios de teflones en las mordazas de sellado.....	53
8.2.6 Reproceso de producto.....	61
9. ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.....	65
9.1 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA VÁLVULA IRIS.....	65
9.2 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LOS SELLADOS.....	68
9.3 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LAS PANTALLAS DE CONTROL DE LAS EMPACADORAS PRIMARIAS.....	69
9.4 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA TRANSFERENCIA ENTRE BANDAS.....	70

9.5 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LOS CAMBIOS DE TEFLONES	72
10. VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUE	75
10.1 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL RETIRO DE LAS VÁLVULAS IRIS	75
10.2 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LOS SELLADOS.....	78
10.2.1 Verificación de resultados en la línea 1	78
10.2.2 Verificación de resultados en la línea 2	80
10.2.3 Análisis de resultados	81
10.4 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS EN EL CAMBIO DE TEFLONES.....	83
10.4.1 Verificación de resultados en la línea 1.....	84
10.4.2 Verificación de resultados en la línea 2	85
10.4.3 Análisis de resultados	86
10.5 VERIFICACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE GENERACIÓN DE POLVO VISIBLE	87
10.6 VERIFICACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DEL REPROCESO EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUE	88
10.6.1 Verificación de reproceso línea 1.....	88
10.6.2 Verificación de reproceso línea 2.....	90
10.6.3 Disminuciones de reproceso.....	92
11. CONCLUSIONES	93
12. RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Limpieza de Válvulas iris línea 1	40
Tabla 2. Limpieza de Válvulas iris línea 2.....	41
Tabla 3. Frecuencia de limpieza de las válvulas iris en línea 1.....	42
Tabla 4. Frecuencia de limpieza de las válvulas iris en línea 2.....	43
Tabla 5. Tabla resumen limpieza válvulas iris línea 1	44
Tabla 6. Tabla resumen limpieza válvulas iris línea 2.....	44
Tabla 7. Histórico de paros no planeados por los sellados en Línea 1	46
Tabla 8. Histórico de paros no planeados por los sellados en Línea 2	47
Tabla 9. Cálculo de pérdida productiva línea 1	49
Tabla 10. Cálculo de pérdida productiva línea 2	49
Tabla 11. Bloqueos en pantallas de control	51
Tabla 12. Tiempos de cambio de teflones por máquina línea 1	56
Tabla 13. Tiempos de cambio de teflones por máquina línea 2.....	57
Tabla 14. Actividades internas y externas en el cambio de teflones línea 1	59
Tabla 15. Actividades internas y externas en el cambio de teflones línea 2	60
Tabla 16. Datos históricos del reproceso en la línea 1	61
Tabla 17. Datos históricos del reproceso en la línea 2	63
Tabla 18. Resultados de seguimiento a prueba piloto sin válvula iris	67
Tabla 19. Seguimiento a paros no planeados por limpieza de válvulas iris línea 1	76
Tabla 20 Seguimiento a paros no planeados por limpieza de válvulas iris línea 2	77
Tabla 21. Datos obtenidos luego de la implementación de mejoras en sellados línea 1	78
Tabla 22. Datos obtenidos luego de la implementación de mejoras en sellados línea 2	80
Tabla 23. Pérdida de productividad por sellados antes de mejoras línea 1	81
Tabla 24. Pérdida de productividad por sellados después de las mejoras línea 1	82

Tabla 25. Pérdida de productividad por sellados antes de las mejoras línea 2.....	82
Tabla 26. Pérdida de productividad por sellados después de las mejoras línea 2	82
Tabla 27. Histórico bloqueos de pantallas antes y después de la nueva tecnología.	83
Tabla 28. Actividades internas y externas luego de las mejoras implementadas en línea 1	84
Tabla 29. Actividades internas y externas luego de las mejoras implementadas en línea 2	85
Tabla 30. Resumen de mejora en los sellados obtenida en la línea 1	86
Tabla 31. Resumen de mejora en los sellados obtenida en la línea 2	86
Tabla 32. Reproceso después de las mejoras línea 1	89
Tabla 33. Reproceso después de las mejoras línea 2	90
Tabla 34. Resumen reducción de reproceso lograda en la línea 1	92
Tabla 35. Resumen reducción de reproceso lograda en la línea 2	92

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Diagrama del proceso de empaque de detergente en polvo	34
Ilustración 2. Polisaco	36
Ilustración 3. Principales pérdidas productivas y fuentes de generación de polvo visible.....	38
Ilustración 4. Despiece de la válvula iris	39
Ilustración 5. Válvula iris	39
Ilustración 6. Tiempo histórico de paros no planeados por sellados en línea 1	46
Ilustración 7. Número de paros no planeados por sellados en línea 1	47
Ilustración 8. Tiempo histórico de paros no planeados por sellados en línea 1	48
Ilustración 9. Número de paros no planeados por sellados en línea 1	48
Ilustración 10. Pantallas monocromáticas.....	50
Ilustración 11. Polisaco Roto.....	52
Ilustración 12. Diagrama representativo de transferencia entre bandas	52
Ilustración 13. Puesto central de trabajo (representativo)	54
Ilustración 14. Lay out representativo del área de empaque de detergente.....	55
Ilustración 15. Gráfica de reproceso histórico por número de carros línea 1	62
Ilustración 16. Gráfica de reproceso histórico por toneladas de producto línea 1	62
Ilustración 17. Gráfica de reproceso histórico por número de carros línea 2	63
Ilustración 18. Gráfica de reproceso histórico por toneladas de producto línea 2	64
Ilustración 19 Tolva sin válvula iris.....	68
Ilustración 20 Marcación de nueva mordaza de sellado	69
Ilustración 21 Nueva pantalla Vs. pantalla monocromática.....	70
Ilustración 22 Enfiladores a la salida de cada línea de empaque (representativo)	71
Ilustración 23 Prensa de Banco	73
Ilustración 24 . Gabinete porta mordazas (representativo)	74
Ilustración 25 Gráfico de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras. Línea 1	79
Ilustración 26 Gráfico de tiempo de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras línea 1	79

Ilustración 27 Gráfico de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras línea 2.....	80
Ilustración 28 Gráfico de tiempo de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras línea 2	81
Ilustración 29 Número de carros de reproceso después de las mejoras en línea 1.	89
Ilustración 30 Toneladas de reproceso después de las mejoras en línea 1.....	90
Ilustración 31 Número de carros de reproceso después de las mejoras en línea 2	91
Ilustración 32 Toneladas de reproceso después de las mejoras en línea 2.....	91

GLOSARIO

BANDA TRANSPORTADORA: Equipo que permite el traslado de un objeto de un lugar a otro, a través de un conjunto de poleas y una lona que circula continuamente alrededor de estas.

CANDADEO: “La norma de candado establece la responsabilidad del empleador con el objeto de proteger a empleados contra fuentes de energía peligrosa en máquinas y equipo durante la revisión y el mantenimiento. Esto se logra mediante la colocación de equipo apropiado de candado en los dispositivos de aislamiento de fuentes de energía y al quitarle la energía a máquinas y equipo”¹:

CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS: “Es un método que se aplica de manera sistemática para evitar que comience a funcionar un equipo, que una persona lo active involuntariamente o que se libere energía de forma incontrolada, cuando alguien está trabajando en él”².

ENFILADOR: Sistema de alineación utilizado en las bandas transportadoras para inducir la dirección a una serie de objetos que se transporten en esta, con el fin de que todos se desplacen en el mismo trayecto.

MORDAZA: Elemento metálico trazado eléctricamente para generar calor y permitir el sellado y el corte de las bolsas de polietileno con producto terminado.

POLIETILENO: El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados³.

POLISACO: bolsa de polietileno de mayor calibre que se usa en el empaque secundario para empacar cierta cantidad de bolsas de detergente, dependiendo de la referencia se empaca un número de bolsas, el peso promedio de un polisaco es de 18kg.

¹ http://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/lockout-tagout-spanish.pdf

² <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/tareas-riesgo-control-energias-peligrosas/tareas-riesgo-control-energias-peligrosas.pdf>

³ <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno>

TOLVA BUFFER: Tolva de almacenamiento que cumple con la función de almacenar producto temporalmente, el cual se ubica entre el piso de carros y la máquina dosificadora, permitiendo una operación continua mientras recibe producto del proceso anterior y lo entrega al siguiente.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de productos de consumo a nivel mundial, se debe mencionar obligatoriamente la compañía Procter & Gamble, pues ésta es líder global en éste segmento con más de 300 marcas en el mercado alrededor del mundo, de las cuales 23 de estas generan cada una más de un billón de dólares anuales en ingresos para la compañía, los cuales se situaron en el 2010 alrededor de los 80 billones de dólares con ganancias netas de 12 billones de dólares equivalente a una rentabilidad neta aproximada del 16% sobre las ventas, con lo cual se ubica en el puesto 80 entre las empresas más grandes del mundo y entre las 20 mejores por su ganancias netas. Debido a la crisis mundial de años recientes la compañía no ha tenido un crecimiento muy acelerado en los últimos años pero sigue manteniéndose sólida y rentable.

La situación específica de Colombia ha sido más positiva que el panorama global con un crecimiento en el 2009 del 3% y en el 2010 cercano al 10%, por este motivo la compañía ha invertido en los últimos 4 años cerca de 25 millones de dólares en la planta de detergentes ubicada en Medellín y cerca de 30 millones de dólares en la construcción de un nuevo centro de distribución nacional que entró en funcionamiento en Julio de 2011.

Los buenos resultados de la compañía se basan en una estructura organizacional muy sólida y definida enfocada al crecimiento de las ventas y participación de mercado ofreciendo productos innovadores, desarrollando prácticas productivas amigables con el medio ambiente y mejorando los procesos día a día.

La planta de Procter & Gamble ubicada en la ciudad de Medellín es una de las 140 plantas de la compañía a nivel mundial, ésta planta está enfocada a la fabricación de detergente en polvo, Suavizantes y Barras de jabón, las cuales son las subdivisiones o sub-plantas al interior de la planta Medellín, la cual se caracteriza por su alta eficiencia en los procesos, los altos estándares de seguridad industrial y el compromiso con el medio ambiente siendo reconocida como una de las plantas de Procter & Gamble líderes a nivel mundial en sostenibilidad.

En la actualidad los procesos productivos de la planta Medellín son muy buenos en comparación con la media de la industria, pero siguiendo los altos estándares de la compañía, se busca cada día innovar en todos los procesos incrementando su capacidad para poder atender nuevos mercados, reduciendo los tiempos no productivos, eliminando ineficiencias y garantizando un ambiente laboral seguro para todos sus trabajadores, es por este motivo que este proyecto se enfoca en mejoras en la productividad en la planta de empaque de detergente en polvo.

Entendiendo las necesidades de la compañía se planteó este proyecto, con el fin de reducir las pérdidas productivas del área de empaque de detergente en polvo y reduciendo la generación de polvo visible con el fin de ofrecer a los empleados un entorno de trabajo seguro para el desarrollo de sus actividades.

Durante el desarrollo del proyecto, se hizo un análisis detallado de las diferentes partes y procesos que componen las 2 líneas de empaque de detergente en las cuales se enfoca el proyecto. Logrando identificar las pérdidas productivas y los puntos de generación de polvo visible.

Las mejoras propuestas se enfocaron en las pérdidas productivas y los puntos de generación de polvo identificados en la primera etapa del proyecto, obteniendo muy buenos resultados en la disminución de las pérdidas productivas y la generación de polvo en el área, logrando cumplir con los objetivos establecidos para el proyecto de mejora de la productividad en la planta de empaque de detergente en polvo de Procter & Gamble Industrial Colombia.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la productividad en la línea de empaque de detergente en polvo en Procter & Gamble industrial Colombia.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y evaluar cada uno de los procesos dentro de la línea de empaque.
- Identificar las principales pérdidas productivas de la línea.
- Identificar las principales causas del polvo visible en el área.
- Proponer e implementar mejoras enfocadas a las pérdidas de productividad de la línea.
- Disminuir el reproceso de producto terminado.
- Determinar la reducción lograda en la generación de polvo visible.
- Aumentar la productividad total de la línea con las mejoras implementadas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 P&G EN EL MUNDO

Procter & Gamble fue fundada en los Estados Unidos por dos inmigrantes europeos en 1837 y desde entonces la compañía nunca ha dejado de crecer y de crear nuevos productos y tecnologías.

Procter & Gamble, es actualmente la multinacional de consumo masivo más grande del mundo, con presencia en más de 180 países y con ventas anuales alrededor de los 80.000 millones de dólares. En el presente trabajan para la compañía más de 127 mil empleados de diferentes nacionalidades, y aunque el nombre de la compañía no es en general el más conocido, muchas de sus marcas sí lo son; entre algunas de las marcas más conocidas de la compañía podemos mencionar: Ariel, Always, Ace, Duracell, Braun, Gillete, Downy, Salvo, Oral B, Crest, Head & Shoulders, Pantene, Vick, Camay, Wella, Tampax, Febreze entre otras, las cuales son reconocidas por su excelente calidad.

En el último año La compañía vendió una de sus unidades estratégicas de negocios por 1.655 millones de dólares, se trata de las reconocidas papas Pringles vendidas a nivel mundial, con el objetivo de centrarse en sus otras unidades estratégicas.

2.2 P&G EN LATINOAMÉRICA

Luego de ampliar sus operaciones en los Estados Unidos y comenzar a extender sus operaciones internacionales en diferentes regiones del mundo, la compañía decide comenzar a invertir en Latinoamérica comenzando por México en 1948. Hoy en día su presencia en Latinoamérica se conforma principalmente por 19 plantas de producción de los diferentes productos de la compañía, 12 centros de distribución para el abastecimiento de la región, además de centros de servicios, un centro de investigación y desarrollo y un centro de operaciones.

Latinoamérica es una región muy importante para la compañía, debido al crecimiento y al importante desarrollo económico que se ha tenido durante los últimos años. Las ventas de la región son bastante representativas ubicándose alrededor de los 7 mil millones de dólares y con un gran potencial para seguir creciendo durante los próximos años. Las operaciones en Latinoamérica están respaldadas por los 14 mil empleados que trabajan en 14 países de la región y colaboran día a día con el crecimiento de la compañía.

2.3 P&G EN COLOMBIA

Procter & Gamble inició sus operaciones en Colombia desde el año 1987, luego de comprar a la empresa nacional Inextra S.A ubicada en la ciudad de Medellín y cambiar su nombre a Procter & Gamble Industrial Colombia Ltda unos años después; esta planta hace parte de las 19 plantas de Latinoamérica y está dedicada a la fabricación de detergente en polvo, barras de jabón, crema lavaplatos y suavizantes.

La presencia de la compañía en Colombia se complementa con las oficinas generales en Bogotá bajo la razón social Procter & Gamble Colombia Ltda, desde las cuales se administran las operaciones en Colombia y Ecuador.

Procter & Gamble vende en Colombia cerca de 300 millones de dólares al año en productos de consumo masivo, ubicándose entre las 100 empresas más grandes de Colombia y liderando el mercado de detergente en polvo, champú y máquinas de afeitar.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE EMPAQUE DE DETERGENTES

3.1.1 Resumen del proceso

El proceso productivo en el área de empaque consta de 2 etapas, empaque primario en el cual se empaqueta el detergente en bolsa en diferentes tamaños y el empaque secundario en el cual se empaquetan los polisacos con cantidades de bolsas de acuerdo a la referencia que se esté trabajando.

3.1.2 Materias primas

En el área de empaque las materias primas que se utilizan son pocas y consisten principalmente en rollos de polietileno de baja densidad para el empaque primario y secundario y etiquetas para la marcación del producto terminado.

3.1.3 Preparación para el arranque

Previo al arranque en el área de empaque de detergente se energiza la planta, se realiza limpieza a todas las máquinas y equipos, se realiza una lista de chequeo para garantizar que todas las máquinas estén en óptimas condiciones y garantizar un arranque sin complicaciones o retrasos inesperados.

3.1.4 Descripción del proceso

- Las dosificadoras son alimentadas por detergente en polvo que provienen del área de fabricación.
- El detergente se almacena en tolvas búfer.
- Las máquinas dosificadoras son alimentadas por la tolva búfer y dosifican el detergente sincronizadas con las empacadoras primarias.
- La cantidad dosificada pasa a las máquinas de empaque primario.

- Una película de polietileno es enhebrada hasta llegar a un tubo formador donde se forma la bolsa y se dosifica el detergente, para ser posteriormente sellada con el producto terminado en la empacadora primaria.
- Las bolsas que salen del empaque primario pasan por una banda transportadora la cual lleva a una contadora de bolsas que las separa en cantidades predeterminadas.
- Una banda transporta las bolsas en grupos hasta el empaque secundario.
- En el empaque secundario las bolsas son empacadas en un polietileno mucho más resistente.
- Una vez el producto terminado sale del empackado secundario es transportado por una banda hasta la zona de estibado.

3.2 MEJORAS ENFOCADAS

A estas mejoras también se les conoce como mejoras focalizadas, y hacen parte de la metodología TPM, ampliamente utilizada en las empresas como metodología base para el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas en los procesos productivos.

Las mejoras enfocadas, se concentran en la utilización de herramientas de análisis, para encontrar la causa raíz de los problemas y de esta manera poder eliminarlos desde su origen, para evitar que se vuelva a repetir en un futuro: estas mejoras se implementan, con el fin de mejorar la efectividad de las instalaciones productivas e implementar mejoras continuas en los procesos.

3.3 FÁBRICA VISUAL

El concepto de Fábrica visual, hace referencia a los sitios de trabajo en los cuales cualquier anomalía puede ser detectada fácilmente, para de esta manera poder mantener controlados todos los procesos que conformen determinada operación productiva.

Un sitio de trabajo visual, es aquel que habla por sí solo, y cualquier persona que esté en él, puede reconocer fácilmente un desperdicio, una situación fuera de lo normal o algún objeto fuera de lugar entre otros.

3.4 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Los estudios de tiempos son una herramienta cuyos orígenes se atribuyen a Frederick Taylor, quien fue el promotor de la organización científica del trabajo y buscaba obtener las mejores prácticas para medir el trabajo. Desde hace más de 2 siglos se había intentado desarrollar técnicas para desarrollar el estudio de tiempos en las empresas sin obtener una gran acogida y aceptación, no fue sino hasta finales del siglo XIX que Taylor propuso sus conceptos de “tarea” y de la forma en cómo se debía administrar y planear el trabajo , no fue hasta entonces que los estudios de tiempo comenzaron a tomar relevancia y ser aplicados en masivamente en las industrias.

3.4.1 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos pretende establecer estándares de tiempo que sirvan para determinar la duración de una determinada tarea, con el estudio de tiempos no se pretende definir altos estándares que exijan a todos los trabajadores ser como “el mejor”, lo que se pretende es determinar un promedio que permita determinar la duración de una tarea considerando los factores que pueden afectar la realización de la misma.

El propósito de un estudio de tiempos es obtener toda la información posible acerca de la realización de una tarea con el fin de minimizar el tiempo requerido para la ejecución de los trabajos sin afectar la calidad de los productos, es ideal la participación activa de los operarios expertos, pues son estos quienes mejor conocen las máquinas y podrían ayudar en la toma de decisiones posteriores.

Es ideal que se desglosen las actividades lo máximo que sea posible, pues de esta manera se puede identificar más fácilmente los puntos críticos y enfocar las mejoras y esfuerzos en estos.

3.4.2 Estudio de movimientos

En un estudio de movimientos se pretende analizar detalladamente los movimientos que realiza el cuerpo humano mientras realiza un trabajo determinado, con este estudio se pretende identificar y eliminar o modificar los movimientos ineficaces y potenciar aquellos considerados eficientes. El nivel de complejidad del estudio que se realice depende tanto del tipo de tarea como del detalle que se quiera obtener.

3.5 FUNDAMENTOS DEL SMED⁴

La metodología SMED por sus siglas en ingles “single minute exchange of die”, se enfoca en la disminución de los tiempos requeridos, para cualquier tipo de cambio en una máquina, con el objetivo de tener tiempos de cambio de un solo dígito (menos de 10 minutos).

Se considera tiempo de cambio al tiempo transcurrido entre la última pieza o producto producido a conformidad antes de parar la operación hasta la primera pieza o producto producido a conformidad una vez reiniciada la operación. La creación del sistema SMED se atribuye al ingeniero de Toyota Shigeo Shingo y forma parte del sistema de producción Toyota. El método SMED tiene como finalidad reducir los tiempos de cambios en las máquinas pues estos no son productivos buscando incrementar el tiempo disponible de fabricación y la productividad de las máquinas, permitiendo a su vez lotes más pequeños de fabricación y una mayor flexibilidad.

Las actividades realizadas durante un cambio en una máquina se pueden clasificar en dos tipos:

- **Operaciones Internas:** Se identifican como operaciones internas aquellas que solo se pueden realizar con la máquina o equipo parado.
- **Operaciones Externas:** Se identifican como operaciones externas aquellas que se pueden realizar con la máquina o equipo en operación.

⁴ Shingo shingo.1997

Uno de los objetivos generales de la metodología SMED, consiste en convertir algunas de las operaciones externas o incluso la totalidad de estas en operaciones internas, con el fin de reducir el tiempo que la máquina o equipo debe estar parado sin producir.

3.5.1 Etapas del SMED⁵

3.5.1.1 Etapa preliminar

En esta etapa se planeará como implementar las técnicas SMED. Se debe empezar con un estudio muy detallado de las condiciones actuales del proceso, identificando las operaciones y actividades realizadas en el proceso de preparación y tomando tiempos gastados en estas operaciones. Un análisis realizado por medio de un cronómetro de todas las actividades detalladas puede ser lo mejor. Como todo análisis, toma gran cantidad de tiempo y requiere gran habilidad. Otra posibilidad es usar un estudio de muestreo, pero esto solo funciona en operaciones muy repetitivas. Otra posibilidad sería entrevista con los operarios. Y por último se podría hacer el estudio grabando toda la operación de preparación. En esta etapa los elementos internos y los elementos externos se encuentran revueltos y no se diferencian. El objetivo fundamental de esta etapa es el de identificar todos los elementos de la preparación, clasificarlos, cuantificarlos, y priorizarlos.

3.5.1.2 Fase 1

Esta es la fase más importante y lo que se busca en ella es que los elementos internos se separen y se diferencien de los externos. Existe una gran cantidad de tareas que claramente se pueden realizar antes de parar las máquinas, como por ejemplo reunir al personal necesario, preparar piezas y herramientas, hacer reparaciones a las anteriores y llevar útiles, herramientas y piezas cerca del equipo.

3.5.1.3 Fase 2

En esta fase se deben realizar dos pasos fundamentales: Observar y analizar las funciones y propósitos de cada operación, redefiniendo las que no estén funcionando correctamente y eliminando las que no sean necesarias. Se debe

⁵ Tomado del Proyecto de Grado de Ingeniería de Producción "Aumento de la productividad mediante la implementación de Smed".

reevaluar cada operación para mirar si se está considerando erróneamente como interna.

3.5.1.4 Fase 3

Después de haber concluido con la primera etapa (Separación de la preparación Interna y Externa) y la segunda (Conversión de la preparación interna en externa), se puede proceder a analizar todas las operaciones resultantes, para poder implementar mejoras y a su vez reducir los tiempos de estas.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Procter & Gamble industrial Colombia es una compañía líder en el sector manufacturero, altamente reconocida tanto a nivel local como internacional por sus altos estándares de operación, los cuales no dejan de lado la búsqueda del mejoramiento día a día y la identificación de oportunidades que puedan representar futuros avances y desarrollos.

En este proyecto se busca analizar detalladamente una oportunidad de mejora que se identificó en el área de empaque de detergente. La cual consiste en la presencia de polvo visible y algunas pérdidas productivas en la línea de empaque.

Se considera “polvo visible” todo el detergente en polvo que debido a fugas en las máquinas dosificadoras o empacadoras, defectos en los sellados de las bolsas, y rompimiento de bolsas con producto terminado queda expuesto en el área.

Se describirán a continuación algunos de los problemas que se han identificado como más relevantes debido a su impacto en la problemática mencionada anteriormente:

4.1 PROBLEMA CON LOS SELLADOS DE LAS BOLSAS DE DETERGENTE EN POLVO

Este ha sido identificado como el problema más crítico en el área de empaque, debido a su alto impacto tanto en la generación de polvo visible como en las pérdidas de productividad y materias primas.

Las máquinas empacadoras, debido al largo tiempo que han estado en operación, han tenido desgastes en sus partes mecánicas principalmente los bloques de las mordazas y las mordazas como tal, por lo que es necesario hacer una reconversión para poder tenerlas nuevamente ajustadas a los altos estándares de la compañía . Actualmente las máquinas tienen piezas en el sistema de sellados con más de 10 años que hacen que las intervenciones a los equipos hayan aumentado.

4.1.1 Pérdidas productivas

Los problemas en los sellados, generan paros no planeados en las máquinas, pérdida de material de empaque y esfuerzo extra por parte de los operarios debido a la necesidad de intervenir las máquinas para reiniciar la producción.

4.1.2 Generación de polvo visible

Cuando se generan problemas con los sellados en las empacadoras y se presentan sellados débiles, el detergente se sale de las bolsas generando una exposición en el área. La cual representa un riesgo para las personas que no tengan el equipo de protección personal adecuado.

El riesgo para la salud consiste en la posibilidad de una sensibilización con algunos de los materiales del detergente luego de exposiciones repetitivas a éste, la sensibilización no es una enfermedad.

4.1.3 Cambios de teflones

El cambio de teflones en las mordazas de las máquinas selladoras es una de las actividades que no agrega valor y que más tiempo lleva dentro del cambio de marcas, afectando directamente los tiempos productivos en cada máquina.

4.2 PROBLEMAS CON LAS BANDAS DE TRANSFERENCIA

En el área de empaque existe un empaque secundario en polisacos, el cual consiste en empaquetar un número determinado de bolsas de detergente en una bolsa de polietileno más grande, estos polisacos son transportados mediante bandas hacia el área de estibado, teniendo que cambiar de dirección varias veces durante el trayecto, los cambios de dirección son a 90°, las bandas cuentan con unos rodillos verticales los cuales acomodan los polisacos para que no se salgan de las bandas en los cambios de dirección, pero en algunas ocasiones estos rodillos ocasionan atascamiento rompiendo el polisacos y en el peor de los casos algunas de las bolsas con detergente, generando así pérdidas de material y de esfuerzo por la necesidad de un reproceso.

4.3 PROBLEMAS CON LAS PANTALLAS DE CONTROL

Debido a la antigüedad de las pantallas de control de las máquinas empacadoras primarias, estas no se encuentran en condiciones óptimas y presentan bloqueos, pudiendo generar paros no planeados y problemas en los sellados debido a que se pueden desconfigurar los parámetros de operación.

4.3.1 Controles visuales

Las pantallas actuales no representan un control visual adecuado para operar fácilmente las máquinas e identificar posibles problemas, esto debido a que son monocromáticas, con procesadores lentos y poco amigables en su manejo.

5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto propuesto, busca atacar una oportunidad de mejora importante detectada por la empresa Procter & Gamble industrial Colombia, pues se pretende disminuir las pérdidas productivas de una de las áreas más importantes de la Planta de Medellín, las cuales afectan no solo la productividad de la planta, sino también la seguridad de los empleados.

Las pérdidas productivas, se generan principalmente, por los paros no planeados debido al mal sellado de las bolsas, las actividades de limpieza que no agregan valor a la cadena productiva y los tiempos necesarios para cambiar las cintas antiadherentes en las mordazas.

La seguridad de los operarios y en general de todas las personas que trabajan o visitan la planta, es una prioridad indiscutible en Procter & Gamble, por este motivo tiene gran importancia la implementación de mejoras que reduzcan al mínimo la posibilidad de una sobre exposición a material particulado, que en el peor de los casos puede generar complicaciones respiratorias o reacciones alérgicas que afectan la salud de los empleados.

Por lo mencionado anteriormente la compañía decidió invertir en este proyecto, pues garantiza la flexibilidad y la capacidad necesaria para satisfacer las necesidades del mercado en el corto y mediano plazo de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de ventas de la compañía tanto en Colombia como en centro y Sur América y a su vez garantizar la seguridad en sus instalaciones.

6. METODOLOGÍA

El proyecto de grado propuesto, se desarrollará siguiendo una metodología por fases ⁶:

6.1 IDENTIFICAR OPORTUNIDADES

Durante esta etapa se involucrará a los operarios del área, pues son ellos quienes mejor conocen su puesto de trabajo y pueden hacer grandes aportes al desarrollo del proyecto.

Se analizará la situación actual, se identificarán las necesidades, se plantearán soluciones y se priorizarán de acuerdo a su impacto y criticidad.

6.2 FACTIBILIDAD

Considerando las posibles soluciones que resulten de la etapa anterior, se procede a evaluar su viabilidad, teniendo en cuenta los beneficios que representarían, los recursos necesarios para ejecutarla y su idoneidad para resolver los problemas planteados.

6.3 DEFINICIÓN

En esta etapa se procede a planear la ejecución del proyecto, definiendo el grupo de trabajo, determinando el alcance de las mejoras que se implementarán y su duración, asignando responsabilidades y roles dentro del grupo e identificando posibles contratiempos o riesgos para generar planes de mitigación.

6.4 EJECUCIÓN

Teniendo en cuenta las definiciones de la etapa anterior y siguiendo un cronograma establecido, se implementarán las mejoras definidas en la planta de empaque.

⁶ Basado del Proyecto de Grado de Ingeniería de Producción, Universidad EAFIT “Mejoramiento del sistema productivo en planta lavaplatos, Procter & Gamble Industrial Colombia”.

6.5 VALIDACIÓN

Esta etapa comienza tan pronto comienzan a implementarse las mejoras en la planta de empaque, verificando que sean correctamente ejecutadas de acuerdo a los planes establecidos y que realmente contribuyan a mejorar el sistema productivo de la planta de empaque de detergente en polvo.

7. ALCANCE

Analizar los problemas planteados anteriormente para la planta de empaque de detergente en polvo de Procter & Gamble Industrial Colombia, con el fin de implementar mejoras enfocadas en cada uno de éstos, logrando así un incremento de la productividad de la línea y una reducción en los puntos de generación de polvo visible.

El alcance incluye mejoras en 2 de las 6 líneas productivas con las que cuenta el área. No se considerarán cambios en los materiales de empaque.

8. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

8.1 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE DETERGENTE EN POLVO

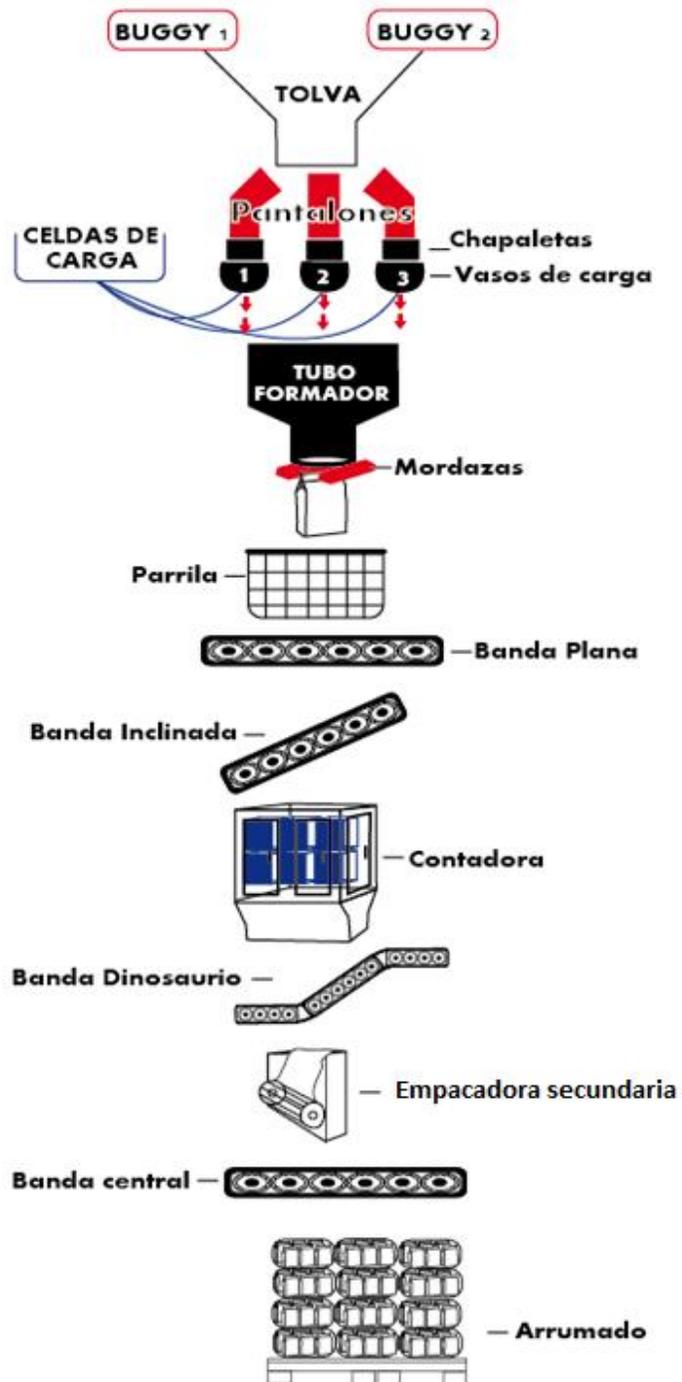
El área de empaque de detergente está compuesta por 6 líneas de empaque con diferentes características y capacidades, este proyecto se enfocará en 2 de las líneas de empaque las cuales son idénticas en cuanto a los equipos y configuración y se han identificado como las más problemáticas por pérdidas de productividad y generación de polvo visible.

Por motivos de confidencialidad de la empresa se omitirán algunos detalles que hacen parte de los secretos empresariales y que son sensibles en cuanto a la afectación de la competitividad de la compañía frente a sus competidores.

Para comenzar el análisis y dar una idea de la magnitud e importancia de las mejoras que se puedan realizar en las líneas de empaque, se puede comenzar diciendo que cada una de estas opera en promedio 6 días a la semana en 3 turnos que se pueden extender a los 7 días si la demanda lo requiere; representando para la compañía un aproximado mensual de facturación de dos mil millones de pesos por línea, en este orden de ideas las 2 líneas en las que se enfoca este proyecto representan para la compañía anualmente cerca de 48 mil millones de pesos en facturación de producto terminado, por este motivo una mejora en la productividad de estas líneas incluso cuando sea una mejora pequeña, puede significar importantes ahorros para la compañía.

A continuación en la ilustración 1, se muestra un diagrama del recorrido del detergente en polvo a través de una línea de empaque, a partir de éste se comenzará a analizar cada una de las partes de las líneas que presenten pérdidas productivas y / o generación de polvo visible en el área.

Ilustración 1. Diagrama del proceso de empaque de detergente en polvo



8.1.1 Análisis detallado de las líneas de empaque

Las líneas de empaque se conforman cada una por 3 tolvas, 3 dosificadoras, 3 empacadoras primarias, bandas transportadoras, 1 contadora de bolsas y 1 empacadora secundaria.

Desde la tolva búfer hasta el estibado del producto terminado, el detergente en polvo pasa a través de la línea de empaque siguiendo un recorrido establecido. Como se puede ver en la ilustración 1.

8.1.1.1 Tolvas Buffer. Las tolvas buffer están conectadas en su parte superior con la planta de fabricación de detergente, éstas tienen la función de almacenar una cantidad limitada de producto para garantizar que siempre hay disponibilidad de éste para el continuo funcionamiento de las empacadoras primarias.

8.1.1.2 Dosificadoras. Las máquinas dosificadoras cuentan con celdas de carga de alta precisión que permiten medir con bajos márgenes de error las cantidades de producto a empacar con el fin de cumplir con las leyes que regulan el peso de los productos, no engañar al consumidor con bajo peso, pero tampoco generar pérdida para la compañía por sobrepesos.

8.1.1.3 Empacadoras Primarias. Las empacadoras primarias son alimentadas por rollos de polietileno con los artes de las bolsas impresos, los rollos de polietileno pasan a través de un tubo formador que les da la forma de la bolsa que llegará al consumidor final, una vez formada la bolsa el producto dosificado cae en ésta, es luego sellada y cortada por unas mordazas neumáticas. Luego de empacada la bolsa ésta cae en unas bandas que las transportan hacia la contadora de bolsas.

8.1.1.4 Bandas Transportadoras. Las bandas transportadoras ubicadas en la parte inferior de las empacadoras, están en constante movimiento y se encargan de llevar las bolsas desde que salen de las empacadoras primarias hasta la contadora.

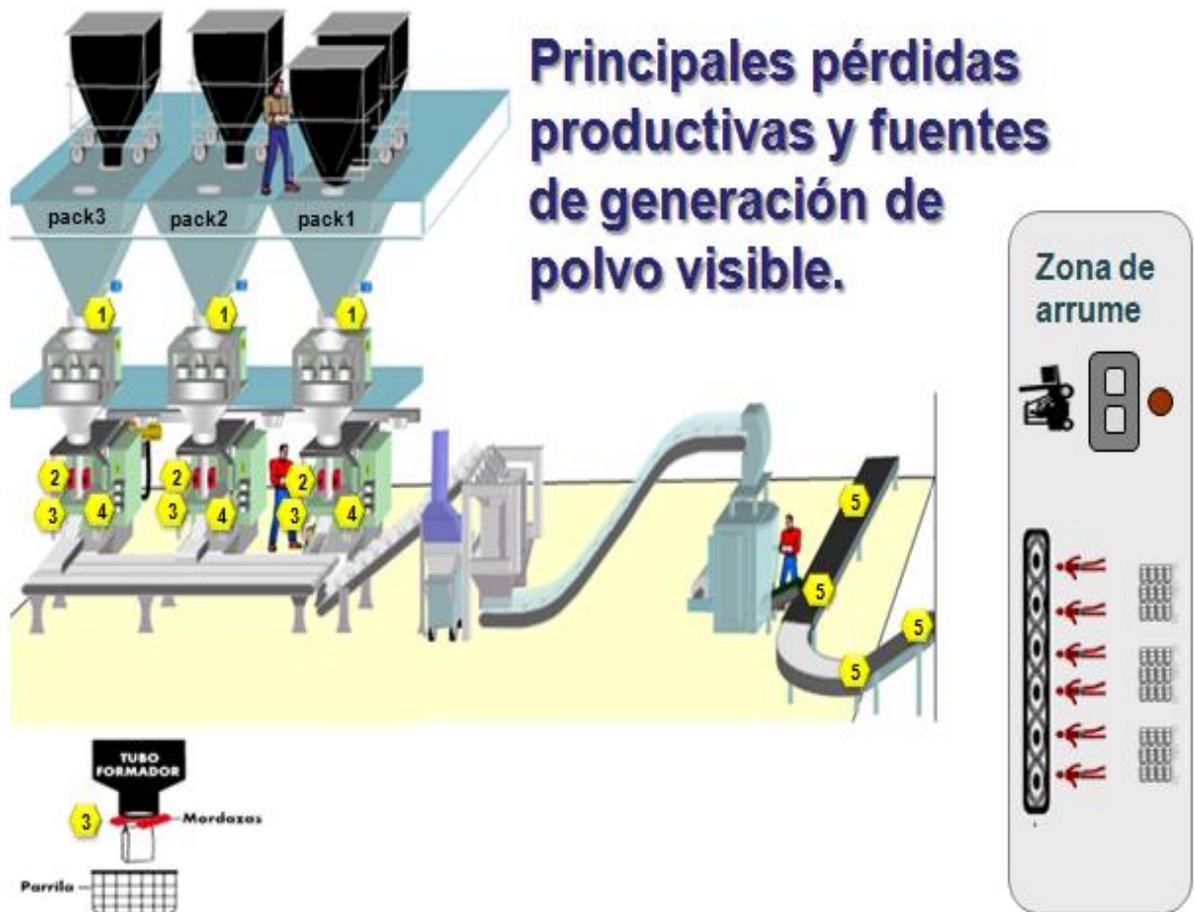
8.1.1.5 Contadora de bolsas. Esta máquina está compuesta por un compartimiento de acumulación de bolsas en el cual almacena de manera temporal cierta cantidad de estas, dependiendo de la referencia que se esté

8.1.1.7 Banda transportadora fin de línea. La Banda transportadora del fin de línea se encuentra ubicada en la parte inferior de la empacadora secundaria y se encarga de recibir los polisacos que salen de dicha empacadora y transportarlos hasta otra banda que recoge todo el producto terminado de la planta para llevarlo hasta la zona de arrume y estibado.

8.2 PRINCIPALES PÉRDIDAS PRODUCTIVAS Y FUENTES DE GENERACIÓN DE POLVO VISIBLE EN LAS LÍNEAS

Luego de hacer un análisis detallado de las líneas de empaque identificando sus pérdidas productivas y las fuentes de generación de polvo, se concluyó que los principales puntos de generación de polvo visible estaban muy relacionados con las principales pérdidas productivas de la línea. Se identificaron los puntos donde se presentan las mayores pérdidas y las cuales se atacarán para mejorar la productividad.

Ilustración 3. Principales pérdidas productivas y fuentes de generación de polvo visible



8.2.1 Válvula iris

La válvula iris (ilustración 3, punto 1) cumple la función de cerrar el paso al detergente que pasa desde la tolva de almacenamiento hasta la máquina dosificadora, este bloqueo se realiza con el fin de poder realizar intervenciones en las máquinas dosificadoras y emparadoras primarias sin riesgos para los operarios.

El polvo de detergente es un producto muy fino que se puede filtrar a través de la válvula y generar polvo visible, se ha intentado realizar mejoras a la misma válvula con el fin de reducir o eliminar esta fuente de generación de polvo visible, pero todos han fracasado hasta el momento debido a la dificultad de manejar el polvo fino.

La válvula iris representa una pérdida productiva, pues los operarios deben realizar paros no planeados para rutinas de limpieza siendo esto una actividad que no agrega valor, con el fin de garantizar que no se acumule el polvo de detergente sobre las máquinas. En la siguiente ilustración se muestra un despiece de la válvula iris.

Ilustración 4. Despiece de la válvula iris

- A Soporte de la válvula
- B Perno que sujeta la manija de control
- C Arandela que asegura la manija de control
- D Manija de control
- E Alambre del anillo grande
- F Manga flexible.
- G Anillo de control
- H Alambre del anillo pequeño
- J Espiral metálica pequeña de 13 ¼ pul.
- K Empaque metálico
- M Espiral metálica grande 15 pul.

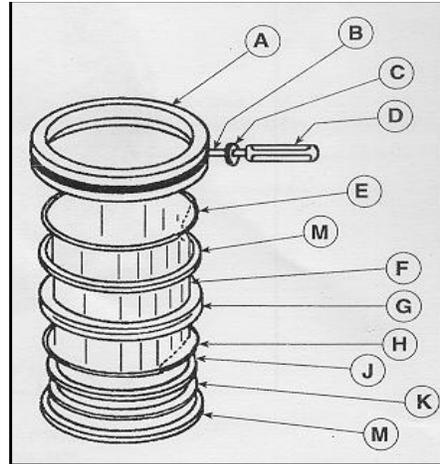


Ilustración 5. Válvula iris



En la ilustración 5, se puede ver una imagen de una válvula iris, en las líneas de empaque estas válvulas se encuentran ubicadas entre la parte inferior de la tolva búfer y la parte superior de la máquina dosificadora; las válvulas iris aunque cumple una buena función de aislamiento entre la tolva y la dosificadora, tienen un gran inconveniente con respecto a la generación de polvo visible, pues no son completamente herméticas y al tratarse de polvo muy fino y equipos en constante funcionamiento, éste se filtra a través de los sellos de la válvula generando una acumulación de polvo sobre las dosificadoras.

El estudio de tiempos presentado en las tablas 1 y 2 para la actividad de limpieza de las válvulas iris, se puede ver como la generación de polvo de las válvulas iris representa una carga de trabajo para el operador de la línea en actividades que no agregan valor al producto debido a las limpiezas que se deben realizar de acuerdo a los estándares de la compañía, buscando siempre garantizar la seguridad de sus empleados y la calidad de sus productos.

Tabla 1. Limpieza de Válvulas iris línea 1

#	Actividad	Tiempos observados (Seg)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T.prom
1	Aislamiento de energía peligrosa	10	8	13	11	9	10	12	7	14	10	10,4
2	Desplazamiento hacia las válvulas iris	17	22	25	15	18	23	13	16	18	20	18,7
3	Ponerse el equipo de protección personal (respirador, gafas)	8	10	12	9	11	10	13	20	15	9	11,7
4	Limpieza de la máquina 1	337	422	366	401	388	371	395	388	355	372	379,5
5	Limpieza de la máquina 2	397	386	413	289	367	399	406	373	364	392	378,6
6	Limpieza de la máquina 3	356	372	354	391	347	404	376	355	380	350	368,5
7	Quitarse el EPP	5	7	6	5	8	6	11	5	7	6	6,6
8	Desplazamiento	20	13	18	20	15	13	13	15	16	14	15,7
9	Encender equipos	14	18	15	16	14	14	17	18	14	13	15,3
	Total	1164	1258	1222	1157	1177	1250	1256	1197	1183	1186	1205

Tabla 2. Limpieza de Válvulas iris línea 2

#	Actividad	Tiempos observados (Seg)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T.prom
1	Aislamiento de energía peligrosa	12	8	14	11	15	14	8	15	13	12	12,2
2	Desplazamiento hacia las válvulas iris	22	16	17	21	25	22	19	19	25	19	20,5
3	Ponerse el equipo de protección personal (respirador, gafas)	11	20	17	11	11	13	11	12	14	15	13,5
4	Limpieza de la máquina 1	374	369	371	391	361	360	361	401	416	397	380,1
5	Limpieza de la máquina 2	414	377	311	367	419	307	380	317	366	375	363,3
6	Limpieza de la máquina 3	420	373	364	340	339	411	295	361	356	417	367,6
7	Quitarse el EPP	8	7	11	12	8	5	9	7	11	11	8,9
8	Desplazamiento	20	17	19	16	19	17	18	27	19	21	19,3
9	Encender equipos	22	16	18	17	20	18	16	19	17	15	17,8
	Total	1303	1203	1142	1186	1217	1167	1117	1178	1237	1282	1203,2

Los paros no planeados debido a las limpiezas de las válvulas iris, se realizan aproximadamente cada 2 días a causa de la acumulación de polvo visible en las máquinas, a continuación se presenta las tablas de observación de la frecuencia de limpieza en las válvulas iris.

Tabla 3. Frecuencia de limpieza de las válvulas iris en línea 1

Línea 1			
¿Es necesario realizar limpieza?			
Turno	1	2	3
Día			
lunes, 28 de marzo de 2011	No	No	No
martes, 29 de marzo de 2011	No	SI	No
miércoles, 30 de marzo de 2011	No	No	No
jueves, 31 de marzo de 2011	SI	No	No
viernes, 01 de abril de 2011	No	SI	No
sábado, 02 de abril de 2011	No	No	No
domingo, 03 de abril de 2011	No	No	No
lunes, 04 de abril de 2011	No	SI	No
martes, 05 de abril de 2011	SI	No	No
miércoles, 06 de abril de 2011	No	No	No
jueves, 07 de abril de 2011	SI	No	No
viernes, 08 de abril de 2011	SI	No	No
sábado, 09 de abril de 2011	No	No	No
domingo, 10 de abril de 2011	N/A	N/A	N/A
lunes, 11 de abril de 2011	No	SI	No
martes, 12 de abril de 2011	No	No	No
miércoles, 13 de abril de 2011	No	No	No
jueves, 14 de abril de 2011	SI	No	No
viernes, 15 de abril de 2011	No	No	No
sábado, 16 de abril de 2011	SI	No	No
domingo, 17 de abril de 2011	No	No	No

Tabla 4. Frecuencia de limpieza de las válvulas iris en línea 2.

Línea 2			
¿Es necesario realizar limpieza?			
Turno	1	2	3
Día			
lunes, 28 de marzo de 2011	No	SI	No
martes, 29 de marzo de 2011	No	No	No
miércoles, 30 de marzo de 2011	No	SI	No
jueves, 31 de marzo de 2011	No	No	No
viernes, 01 de abril de 2011	SI	No	No
sábado, 02 de abril de 2011	No	No	No
domingo, 03 de abril de 2011	No	SI	No
lunes, 04 de abril de 2011	No	No	No
martes, 05 de abril de 2011	No	SI	No
miércoles, 06 de abril de 2011	No	No	No
jueves, 07 de abril de 2011	SI	No	No
viernes, 08 de abril de 2011	No	No	No
sábado, 09 de abril de 2011	No	No	No
domingo, 10 de abril de 2011	N/A	N/A	N/A
lunes, 11 de abril de 2011	No	No	No
martes, 12 de abril de 2011	SI	No	No
miércoles, 13 de abril de 2011	No	No	No
jueves, 14 de abril de 2011	No	SI	No
viernes, 15 de abril de 2011	No	No	No
sábado, 16 de abril de 2011	No	No	SI
domingo, 17 de abril de 2011	No	No	No

Tabla 5. Tabla resumen limpieza válvulas iris línea 1

Número de limpiezas	10
Días trabajados	20
Frecuencia de limpieza promedio (días)	2
Tiempo promedio limpieza	19,923

Tabla 6. Tabla resumen limpieza válvulas iris línea 2

Número de limpiezas	9
Días trabajados	20
Frecuencia de limpieza promedio (días)	2,22
Tiempo promedio limpieza	20,12

Con los datos de las tablas anteriores, se puede calcular la pérdida productiva a causa de los paros no planeados por limpieza de las válvulas iris⁷.

$$\frac{\text{Tiempo paro de línea}}{\text{tiempo disponible para producir}} \times 100 = \text{Pérdida de productividad en porcentaje}$$

Para Línea 1

$$\frac{19,92 \text{ minutos por día}}{2880 \text{ minutos disponibles en 2 días}} \times 100 = 0,69\% \text{ de pérdida de productividad.}$$

Para línea 2

⁷ Chase, Jacobs, Aquilano. Administración de la producción y operaciones, capítulo 2 (Medición de la productividad)

$$\frac{20,12 \text{ minutos por día}}{3196 \text{ minutos disponibles en 2,22 días}} \times 100 = 0,63\% \text{ de pérdida de productividad.}$$

8.2.2 Sellados

Las máquinas de empaqueo primario sellan las bolsas con 2 pares de mordazas un par para el sellado vertical y un par para el sellado horizontal (ilustración 3, puntos 2 y 3). El sistema de sellados se ha identificado como una de las principales pérdidas productivas y de generación de polvo visible.

El sistema de sellado es la parte más importante de las máquinas empacadoras pues se trata de piezas en movimientos que deben estar en muy buenas condiciones para garantizar un sellado correcto que garantice que el producto llegará al consumidor final en condiciones óptimas.

Las pérdidas productivas en el sistema de sellado se deben principalmente a un mal sellado de las bolsas, el cual produce defectos en la calidad del producto, generando un reproceso en la línea y ocasionando un derrame de detergente; convirtiéndose también en la mayor fuente de generación de polvo visible, debido a que la ruptura de una bolsa por un mal sellado produce un derrame considerable de detergente en las máquinas. Cuando ocurre un problema de sellados el operario debe parar la máquina para ajustar las mordazas y debe realizar también una limpieza rigurosa de todo el polvo visible tanto para evitar riesgos de salud para los operarios como para garantizar que no se afecte el sellado una vez se reinicie la producción.

Procter & Gamble cuenta con un sistema muy avanzado para medir la productividad y todas las variables que influyen en esta y la afectan, por motivos de confidencialidad no se describe a detalle el sistema. Dicho sistema permite acceder a información detallada de cada una de las máquinas y las líneas productivas, por ejemplo es posible saber cuántos minutos estuvo parada la empacadora primaria número 2 de la línea 1 en el mes de marzo por motivo de problemas con los sellados.

A continuación se muestran datos históricos obtenidos de este sistema acerca de los paros no planeados por problemas con los sellados.

Tabla 7. Histórico de paros no planeados por los sellados en Línea 1

Paros Línea 1 – Sellados						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Paro en minutos	138,1	136,1	268,1	133,3	313,9	100,5
Número de paros	26	23	22	16	36	13

Ilustración 6. Tiempo histórico de paros no planeados por sellados en línea 1



Ilustración 7. Número de paros no planeados por sellados en línea 1

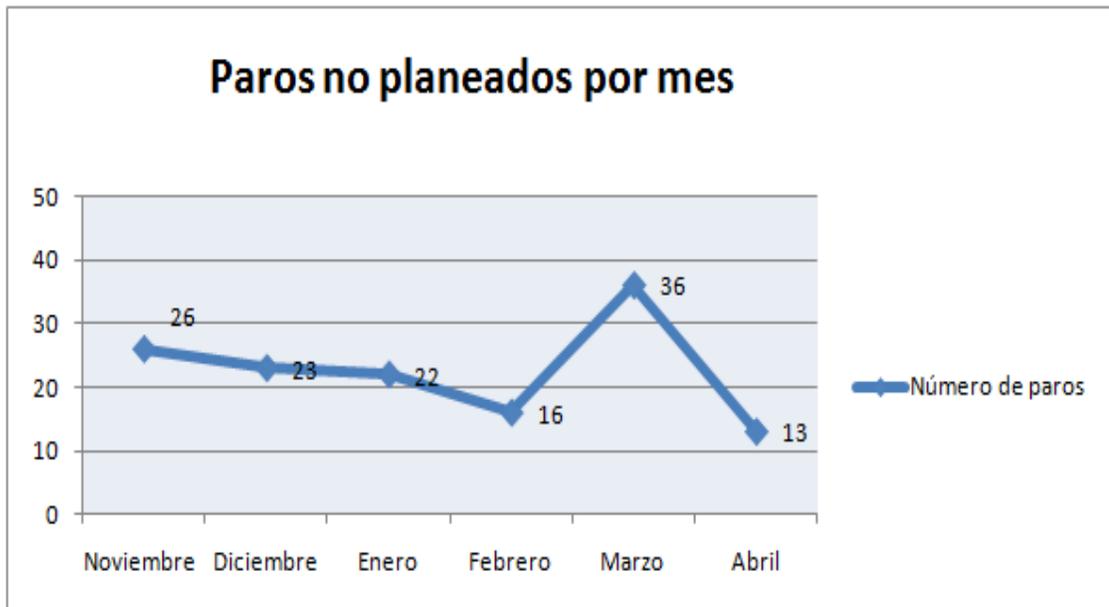


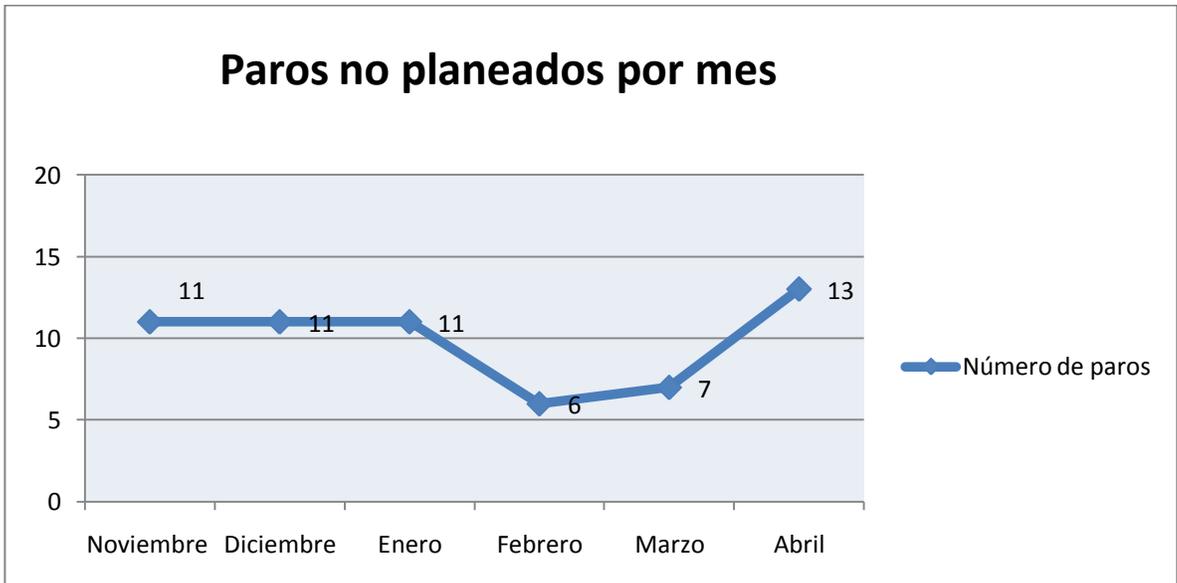
Tabla 8. Histórico de paros no planeados por los sellados en Línea 2

Paros Línea 2 - Sellados						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Sellados	52,8	115,9	56,8	54,6	45,9	101,7
Número de paros	11	11	11	6	7	13

Ilustración 8. Tiempo histórico de paros no planeados por sellados en línea 1



Ilustración 9. Número de paros no planeados por sellados en línea 1



En las tablas 7 y 8 y las ilustraciones 6 a 9 se presentan los datos históricos de los paros no planeados relacionados con los sellados tanto en tiempo por mes, como el número de paros mensuales, se podría considerar una pérdida pequeña, pero siguiendo los lineamientos de la compañía de cero polvo visible y mejoramiento continuo en todos los procesos productivos, sigue siendo una pérdida significativa que no solo representa una pérdida de productividad sino también una de las principales fuentes de generación de polvo visible en el área con el riesgo de exposición para los operarios.

Para calcular la pérdida de productividad debido a los sellados, se empleó el software de producción para determinar cuantos minutos se habían trabajado en cada mes y determinar la pérdida correspondiente a cada uno.

Tabla 9. Cálculo de pérdida productiva línea 1

Mes	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Tiempo disponible (min)	40320	36000	34560	35280	37440	31680	0,506%
Pérdida productividad %	0,34%	0,38%	0,78%	0,38%	0,84%	0,32%	

Tabla 10. Cálculo de pérdida productiva línea 2

Mes	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Tiempo disponible (min)	38880	34560	31680	35280	36000	33120	0,204%
Pérdida productividad %	0,136%	0,335%	0,179%	0,155%	0,128%	0,307%	

La pérdida de productividad presentada en las tablas 9 y 10 fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Tiempo paro de línea}}{\text{tiempo disponible para producir}} \times 100 = \text{Pérdida de productividad en porcentaje}$$

8.2.3 Pantallas de control de las empacadoras primarias

Las pantallas de control de las máquinas empacadoras primarias, sirven para definir los parámetros de operación de acuerdo con la referencia que se esté empacando y también tener un control de las variables que pueden afectar el proceso para poder tomar decisiones durante la operación, algunas de las variables que se manejan desde la pantalla de control son el número de bolsas por minuto, la temperatura, tiempo del sellado y la referencia a empacar entre otras.

Las pantallas con las que cuentan las máquinas tienen más de 10 años de continua operación y son monocromáticas lo cual dificulta la rápida visualización cuando alguna de las variables está fuera de estándar y no permite una interfaz amigable que facilite su uso, en adición a esto las pantallas presentan problemas por bloqueos los cuales pueden afectar la operación.

Ilustración 10. Pantallas monocromáticas



Para las pantallas de control de las empacadoras primarias se hizo una evaluación del número de bloqueos por mes, para tener un punto de partida y comparación luego de la implementación de mejoras. En la tabla 11 se muestra un resumen del número de paros debido a bloqueos en las pantallas en las líneas de empaque.

Tabla 11. Bloqueos en pantallas de control

Bloqueo de pantallas						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
# de bloqueos línea 1	6	1	2	5	2	1
# de bloqueos línea 2	1	0	4	4	0	6

Estos bloqueos aunque requieren de intervenciones adicionales por parte de los operadores e incluso soporte de los especialistas en control de la planta, no se identificaron como una pérdida crítica pues no requieren en general un paro de la línea de empaque.

8.2.4 Transferencia entre bandas

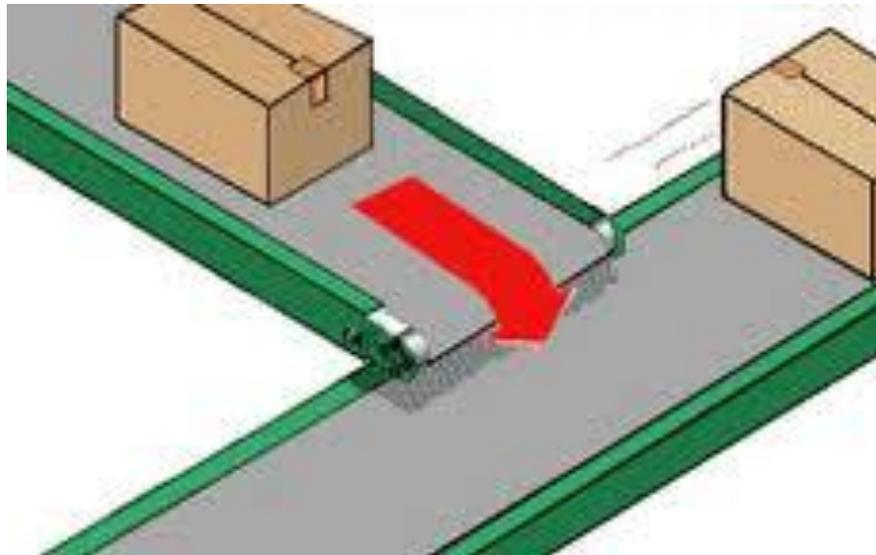
A la salida de la empacadora secundaria existe una banda transportadora que recibe los polisacos y los lleva hasta la banda transportadora central(ilustración 2 punto 4) la cual lleva todo el producto terminado hasta la zona de arrume y estibado, la transferencia entre estas 2 bandas es completamente perpendicular y los polisacos reciben una gran tensión por la fuerza de ambas bandas; con el fin de reducir estas fuerzas y evitar daños en los polisacos las bandas cuentan con un rodillo que facilita la transferencia.

En la ilustración 11 se puede ver un polisaco con una ruptura ocasionada por la fuerza generada entre las bandas de transferencia mencionadas anteriormente y en la ilustración 12 se muestra el sistema de transferencia actual con los rodillos instalados al final de cada línea de empaque.

Ilustración 11. Polisaco Roto



Ilustración 12. Diagrama representativo de transferencia entre bandas



A pesar de que se cuenta con el rodillo de transferencia entre bandas, algunos polisacos se siguen rompiendo en la transferencia, o incluso enredando en el mismo rodillo ocasionando un reproceso. Cuando solo se rompe el polisaco las bolsas se pueden reprocesar desde la banda ubicada después de la máquina contadora de cada línea, pero cuando se rompe una o varias de las bolsas al interior del polisaco se genera un derrame de detergente y una generación de polvo visible en el área, lo cual representa actividades extras de limpieza y un reproceso.

La pérdida generada por la transferencia entre bandas, está relacionada con el reproceso de producto terminado que se analizará más adelante.

8.2.5 Cambios de teflones en las mordazas de sellado

El teflón es un material que se utiliza en las mordazas con el fin de brindar un mejor sellado en las bolsas, evitando que las bolsas se queden pegadas a las mordazas y garantizando la calidad de los sellados, el teflón empleado en las mordazas viene en la presentación de cinta, la cual se corta de acuerdo al tamaño de las mordazas tanto horizontales como verticales.

El teflón tiene unas excelentes propiedades físicas, que le permiten soportar altas temperaturas y evitar ralladuras y desgaste de las bolsas de polietileno a causa del contacto directo con las mordazas metálicas, lo cual significaría la afectación de la calidad del producto terminado y el incremento del reproceso.

El cambio de teflones en las mordazas se debe realizar una vez por turno y se ha identificado como una de las mayores pérdidas productivas en las líneas de empaque pues el cambio de estos significa parar la máquina empacadora por un tiempo significativo, cuando se debe cambiar el teflón de las mordazas, el operario debe parar la máquina, desmontar las mordazas, llevarlas hasta el banco central de trabajo, donde las debe fijar en una prensa retirar los teflones gastados, cortar la cinta de teflón de la medida adecuada y poner el nuevo teflón, cuando las mordazas están listas con los nuevos teflones, el operario las lleva de nuevo a la máquina donde las debe montar luego energizar la máquina y reiniciar la producción, en la ilustración 13 se puede ver el centro de trabajo general para las 6 líneas de empaque,

En este puesto de trabajo se cuenta con herramientas básicas para adecuaciones menores en las mordazas y otros elementos de las máquinas que pueden requerir alguna intervención o adecuación menor, en el caso de los cambio de teflones, se utiliza una prensa de banco, un bistorí de seguridad y un destornillador.

Ilustración 13. Puesto central de trabajo (representativo)



Se realizó un estudio de tiempos, para poder analizar más detalladamente el cambio de los teflones en las empacadoras primarias, con el fin de encontrar posibles mejoras en esta actividad que representen una disminución en los tiempos de paro y por consiguiente un aumento en la productividad de las líneas.

Para entender mejor la distribución del área de empaque y la ubicación del puesto central de trabajo se puede observar la ilustración 14 que representa la distribución de las líneas en el área de empaque. Para el cambio de teflones, el operario debe desplazarse desde las líneas de empaque hasta el puesto central de trabajo, las dos líneas que hacen parte de este proyecto se muestran en color rojo en la ilustración 14.

Ilustración 14. Lay out representativo del área de empaque de detergente

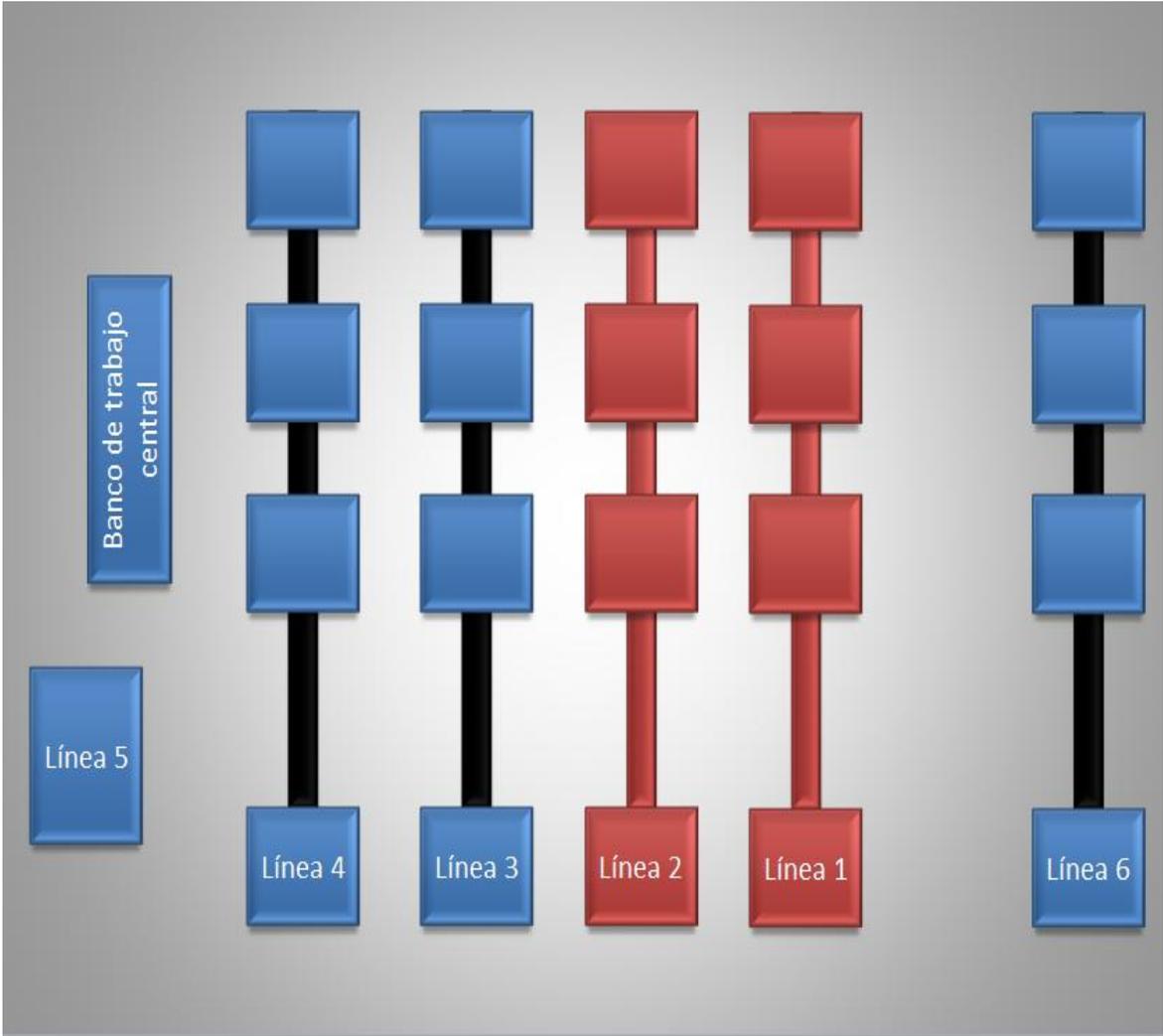


Tabla 12. Tiempos de cambio de teflones por máquina línea 1

#	Actividad	Tiempos observados (Seg)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T.prom
1	Aislamiento de energía peligrosa	18	11	11	17	11	10	14	20	13	10	13,5
2	Bajar las mordazas de la máquina	29	33	38	36	40	25	28	32	25	34	32
3	Desplazamiento hacia el banco de trabajo	26	30	33	31	34	22	26	31	34	35	30,2
4	Desarme de la mordaza	146	141	168	176	186	170	202	164	149	193	169,5
5	Recortar nuevas cintas de teflón	17	27	35	24	18	34	16	31	28	17	24,7
6	Cambio de teflones	497	403	467	481	422	365	476	462	417	408	439,8
7	Armar mordaza	179	122	143	154	199	165	201	151	188	176	167,8
8	Desplazamiento hacia la máquina	34	32	28	31	26	27	29	29	30	30	29,6
9	Instalación de la mordaza en la máquina selladora	34	29	32	26	30	32	34	26	23	31	29,7
10	Encender equipos	17	13	15	12	15	18	16	10	13	18	14,7
	Total	997	841	970	988	981	868	1042	956	920	952	951,5

Tabla 13. Tiempos de cambio de teflones por máquina línea 2.

#	Actividad	Tiempos observados (Seg)										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T.prom
1	Aislamiento de energía peligrosa	11	17	15	12	10	14	16	11	15	10	13,1
2	Bajar las mordazas de la máquina	26	20	37	34	31	27	26	36	21	35	29,3
3	Desplazamiento hacia el banco de trabajo	32	23	22	28	30	27	33	37	21	22	27,5
4	Desarme de la mordaza	177	170	156	153	167	128	205	139	131	183	160,9
5	Recortar nuevas cintas de teflón	15	24	24	15	27	14	14	20	24	15	19,2
6	Cambio de teflones	416	356	354	358	364	451	418	511	452	467	414,7
7	Armar mordaza	179	137	163	135	209	176	209	141	199	192	174
8	Desplazamiento hacia la máquina	26	25	20	35	34	36	24	25	31	22	27,8
9	Instalación de la mordaza en la máquina selladora	29	31	27	26	32	27	23	34	31	25	28,5
10	Encender equipos	12	13	14	11	17	12	14	15	16	16	14
	Total	923	816	832	807	921	912	982	969	941	987	909

En las tablas anteriores (12 y 13) se presenta una medición de los tiempos de cambios de teflones en las mordazas de las empacadoras primarias de cada una de las líneas analizadas en este proyecto, los cuales toman en promedio 951,5 segundos o 15,85 minutos para la línea 1 y 909 segundos o 15,15 minutos para la línea 2.

Las empacadoras primarias no se detienen al mismo tiempo para no parar la línea completa, por lo cual si se considera que cada una de las 3 máquinas empacadoras tiene un paro de 15,85 minutos para la línea 1 y 15,15 minutos para la línea 2 por día, el paro de las 3 máquinas durante diferentes momentos del día es equivalente a el paro completo de la línea durante 15,85 minutos para la línea 1 y de 15,15 minutos para la línea 2.

Las líneas de empaque están en constante funcionamiento las 24 horas, por lo cual un paro de la línea de 15,85 minutos en la línea 1 equivale a una pérdida de productividad del 1,1% y el paro de 15,15 minutos de la línea 2 equivale a una pérdida de productividad del 1,05% como se puede ver en el siguiente cálculo.

$$\frac{\text{Tiempo paro de línea}}{\text{tiempo disponible para producir}} \times 100 = \text{Pérdida de productividad en porcentaje}$$

Para la línea 1:

$$\frac{15,85 \text{ minutos por día}}{1440 \text{ minutos disponibles por día}} \times 100 = 1,10\% \text{ de pérdida de productividad.}$$

Para la línea 2:

$$\frac{15,15 \text{ minutos por día}}{1440 \text{ minutos disponibles por día}} \times 100 = 1,05\% \text{ de pérdida de productividad.}$$

Continuando con el análisis de tiempos de los cambios de teflones se separaron las actividades en internas y externas de acuerdo a la metodología SMED y se presenta a continuación.

Tabla 14. Actividades internas y externas en el cambio de teflones línea 1

Cambio de teflones en empacadoras primarias de línea 1

#	Actividad	Tiempos observados (Seg)	
		Internas	Externas
1	Aislamiento de energía peligrosa	13,5	X
2	Bajar las mordazas de la máquina	32	X
3	Desplazamiento hacia el banco de trabajo	30,2	X
4	Desarme de la mordaza	169,5	X
5	Recortar nuevas cintas de teflón	24,7	X
6	Cambio de teflones	439,8	X
7	Armar mordaza	167,8	X
8	Desplazamiento hacia la máquina	29,6	X
9	Instalación de la mordaza en la máquina selladora	29,7	X
10	Encender equipos	14,7	X
	Total	951,5	951,5

Tabla 15. Actividades internas y externas en el cambio de teflones línea 2

Cambio de teflones en empacadoras primarias de línea 2

#	Actividad	Tiempos (Seg)	Internas	Externas
1	Aislamiento de energía peligrosa	13,1	X	
2	Bajar las mordazas de la máquina	29,3	X	
3	Desplazamiento hacia el banco de trabajo	27,5	X	
4	Desarme de la mordaza	160,9	X	
5	Recortar nuevas cintas de teflón	19,2	X	
6	Cambio de teflones	414,7	X	
7	Armar mordaza	174	X	
8	Desplazamiento hacia la máquina	27,8	X	
9	Instalación de la mordaza en la máquina selladora	28,5	X	
10	Encender equipos	14	X	
	Total	909	909	

Como se puede ver en las tablas anteriores (14 y 15) la totalidad de los tiempos del cambio de teflones en las dos líneas de empaque, corresponden a actividades internas, pues la máquina debe estar parada durante la realización de éstas.

8.2.6 Reproceso de producto

Existe una gran cantidad de factores que influyen en la cantidad de reproceso de producto terminado de cada una de las líneas, entre algunos de los más relevantes se encuentran los relacionados con los problemas en las bandas de transferencia y los problemas con los sellados; los cuales han sido también identificados como puntos críticos en la pérdida de productividad y generación de polvo visible, por este motivo se enfocaran los esfuerzos en estos puntos debido a que una mejora en estos sería bastante significativa en muchos aspectos para las líneas de empaque.

Debido a la gran complejidad de identificar con exactitud cuánto reproceso proviene de cada uno de los puntos que lo generan, dado que todo el reproceso de la línea es almacenado en un carro con capacidad aproximada de 150 kilos, se utilizará el sistema de control de la producción de la compañía, con el cual es posible conocer cuántos carros de reproceso y cuantos kilos genera cada línea día a día.

A continuación se presentan las tablas y gráficas de los datos históricos sobre reproceso en las líneas de empaque.

Tabla 16. Datos históricos del reproceso en la línea 1

Carros de reproceso línea 1						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Número de carros de reproceso	211	198	191	220	185	207
Toneladas	29,54	27,72	26,74	30,8	25,9	28,98

Ilustración 15. Gráfica de reproceso histórico por número de carros línea 1

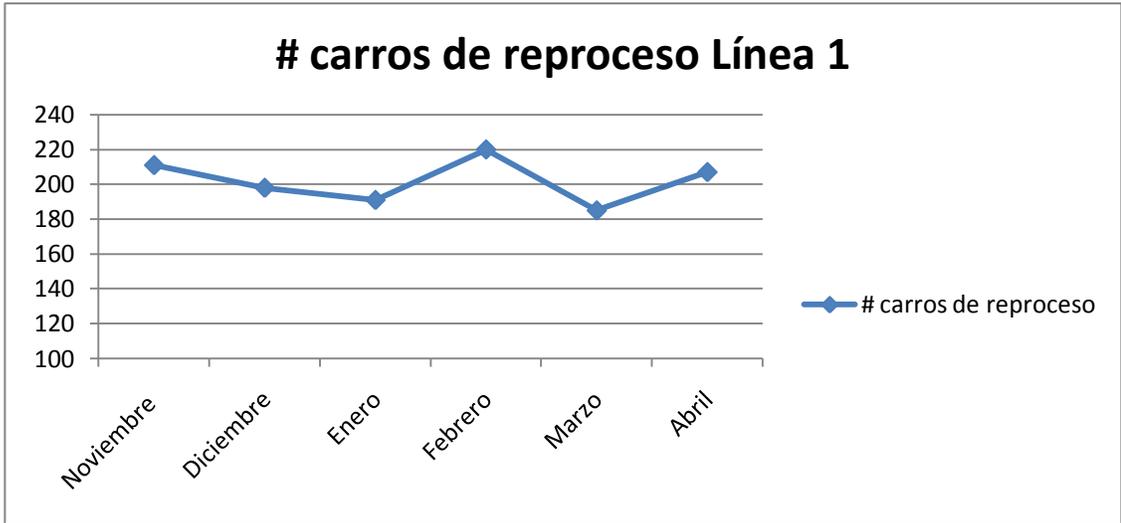


Ilustración 16. Gráfica de reproceso histórico por toneladas de producto línea 1

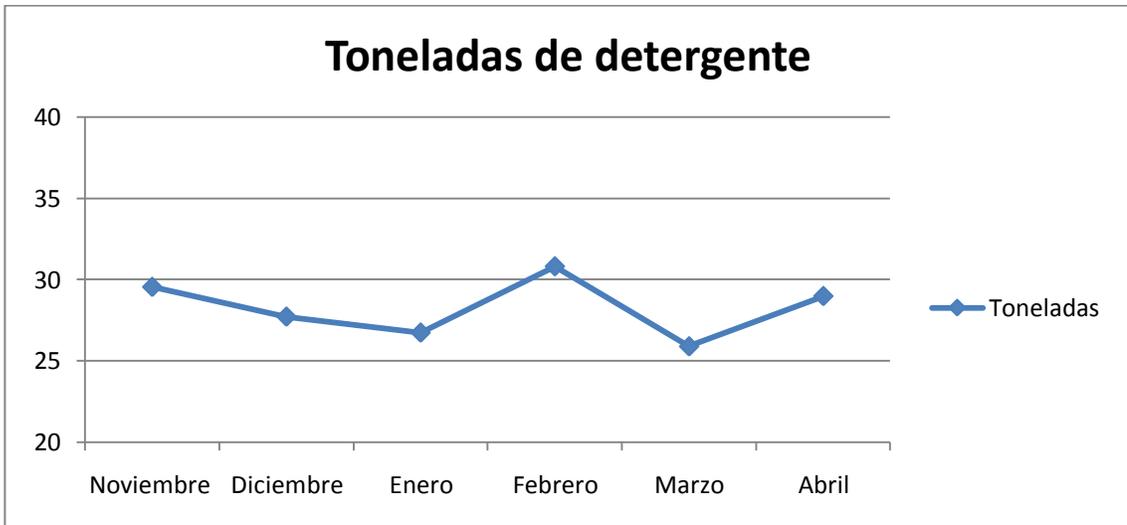


Tabla 17. Datos históricos del reproceso en la línea 2

Carros de reproceso línea 2						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Número carros de reproceso	207	203	185	191	182	184
toneladas	28,98	28,42	25,9	26,74	25,48	25,76

Ilustración 17. Gráfica de reproceso histórico por número de carros línea 2

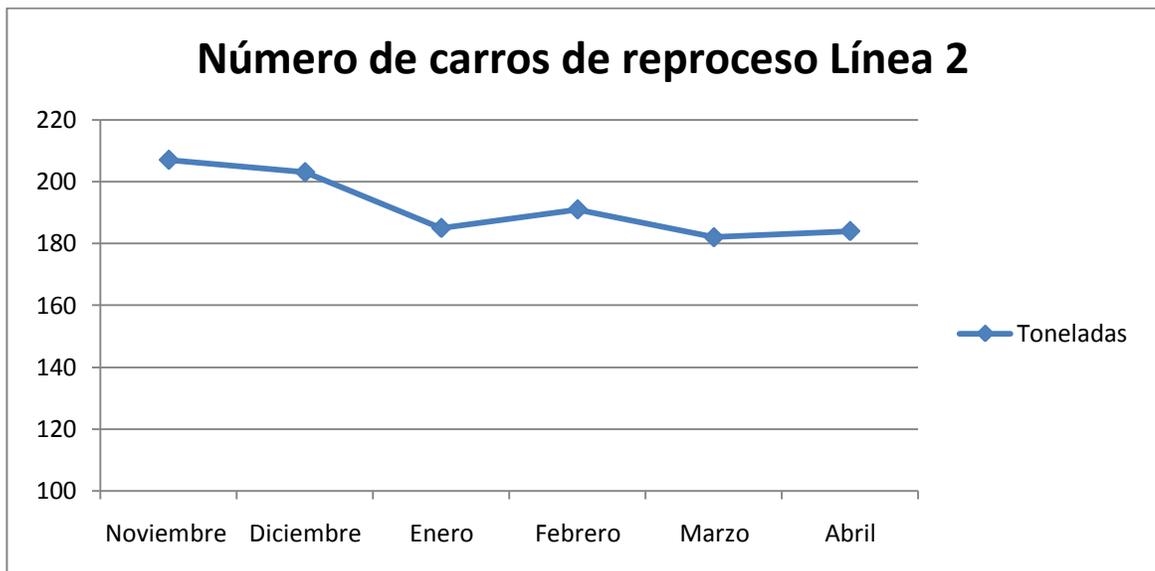
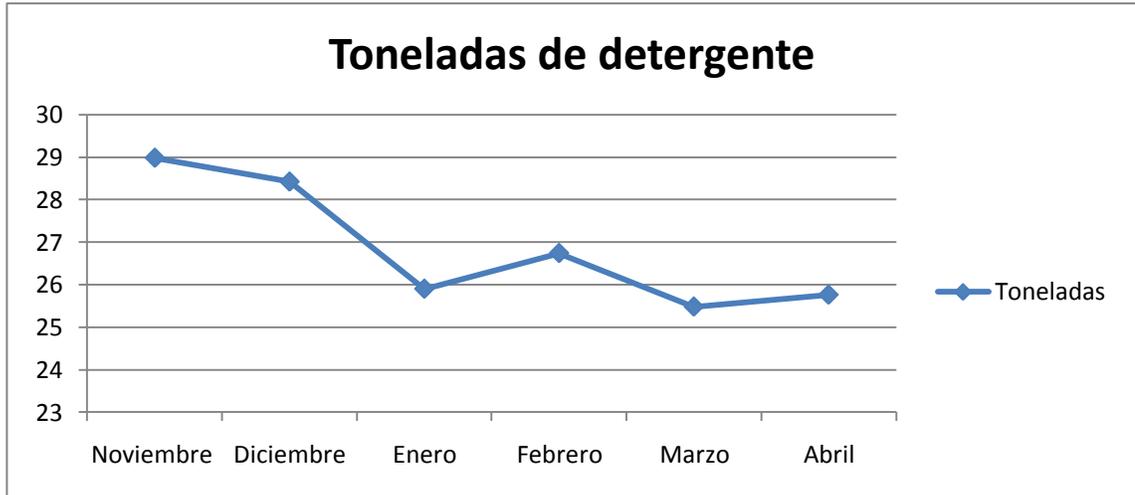


Ilustración 18. Gráfica de reproceso histórico por toneladas de producto línea 2



En las anteriores tablas (16 y 17) e ilustraciones de la 15 a las 18, se presentan los datos obtenidos del sistema de producción de la compañía sobre el reproceso por línea, los datos pueden parecer altos pero están dentro de los estándares de la compañía y se mantienen inferiores al 2% del total de la producción, el dato exacto no se presenta por temas de confidencialidad en cuanto al detalle del proceso.

9. ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

En este capítulo se hace un resumen de las mejoras implementadas en líneas de empaque de detergente, enfocadas a la reducción y/o eliminación de las pérdidas productivas y de generación de polvo visible, descritas en el capítulo anterior.

9.1 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA VÁLVULA IRIS

Luego de realizar y analizar el estudio de tiempos y los problemas de generación de polvo visible que ocurren a causa de la válvula iris se comenzó a evaluar las posibilidades de eliminar o disminuir ésta pérdida productiva y punto de generación de polvo visible teniendo en cuenta que la posibilidad de aislamiento debería seguir existiendo pues la seguridad tiene prioridad sobre cualquier otro aspecto relacionado a la producción.

Considerando lo anterior se buscó la manera de aislar la tolva buffer del resto de la línea de empaque, debido a que la única función de ésta válvula es la de aislamiento de dicha tolva, cuando se requiera hacer intervenciones en la máquina dosificadora o empacadora. Considerando esto se evaluaron diferentes posibilidades planteadas por los operarios y los expertos del área y se decidió implementar una solución muy sencilla que no requería mayores intervenciones en las líneas y podía ofrecer iguales o mejores resultados que la válvula iris. La decisión propuesta consistía en la eliminación de la Válvula iris, lo cual fue evaluado con los expertos a nivel regional de las máquinas determinando que era posible hacerlo sin afectar el desempeño de la línea y sus funciones, La solución completa luego de la aprobación de los expertos técnicos, consiste en modificar unas tapas metálicas en la parte superior de la tolva, con unas pequeñas perforaciones las cuales encajan en unas nuevas láminas metálicas que se soldaron a la tolva y permiten candadearla (Ver glosario) para realizar intervenciones de forma segura.

Para la implementación de esta solución se definió una de las empacadoras primarias de la línea como máquina piloto para probar la medida y determinar si se podría reapplicar en todas las tolvas en ambas líneas. La prueba que se aplicó fue bastante sencilla buscando siempre simplificar los procesos y la toma de decisiones; Consistía en revisiones diarias de la máquina para establecer si era necesario mantener la rutina de limpieza o si se podía reducir o eliminar completamente el procedimiento. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la prueba piloto.

Tabla 18. Resultados de seguimiento a prueba piloto sin válvula iris

Turno	¿Es necesario realizar limpieza no planeada?		
	1	2	3
Día			
2-mayo-2011	N.A	No	No
3- mayo -2011	No	No	No
4- mayo -2011	No	No	No
5- mayo -2011	No	No	No
6- mayo -2011	No	No	No
7- mayo -2011	No	No	No
8- mayo -2011	N.A	N.A	N.A
9- mayo -2011	No	No	No
10- mayo -2011	No	No	No
11- mayo -2011	No	No	No
12- mayo -2011	No	No	No
13- mayo -2011	No	No	No

Ilustración 19 Tolva sin válvula iris



Luego de los excelentes resultados obtenidos en la prueba piloto se decidió implementar la mejora inmediatamente en ambas líneas de empaque, buscando eliminar la necesidad de realizar limpiezas que requieran paros no planeados.

9.2 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LOS SELLADOS

El sistema de sellados es definitivamente un punto crítico a tratar, pues como se analizó antes representa tanto una pérdida productiva como una fuente de generación de polvo visible, con el agravante de que las exposiciones generadas por este tipo de problemas representa normalmente grandes cantidades de detergente y por ende un riesgo para los operarios.

Los planes de mantenimiento de la compañía son bastante estrictos y los lineamientos de operación de las máquinas se siguen al pie de la letra, dejando como causa principal de los sellados el desgaste normal de las mordazas de sellado, tanto las verticales como las horizontales, por este motivo se determinó encargar al fabricante un juego de mordazas nuevos para cada empacadora y encargar a los operarios el reacondicionamiento de las actuales. Estas decisiones se tomaron con el fin de garantizar un estado óptimo de estas piezas buscando mejorar su rendimiento y disminuir las pérdidas productivas. Relacionadas, esta decisión permitió además contar con un par de mordazas extras por cada empacadora para facilitar cualquier cambio de estas que se requiera, esto último se analizará más adelante en los cambios de teflones, pues la decisión de la compra y reacondicionamiento no se basó solo en la mejora que podría significar para los sellados si no que consideró otros aspectos y factores de las líneas de empaque relacionados con el cambio de teflones en las mordazas.

Una vez las nuevas mordazas fueron recibidas, se instalaron y se reacondicionaron las antiguas, cuando ambos pares se pusieron en funcionamiento en las líneas, se comenzó a hacer seguimiento del comportamiento de los sellados con ayuda del software de control de la producción de la compañía, en la ilustración 20 se muestra una de las nuevas mordazas cuando se recibió y se le hizo la marcación para identificar a que empacadora pertenecía.

Ilustración 20 Marcación de nueva mordaza de sellado



9.3 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LAS PANTALLAS DE CONTROL DE LAS EMPACADORAS PRIMARIAS

Las pantallas de control monocromáticas de las empacadoras primarias, no permitían mayores modificaciones o mejoras y su interfaz no es muy amigable para los usuarios, por este motivo se buscó con los proveedores de la compañía

que tipo de pantallas podrían reemplazar las pantallas monocromáticas, ofreciendo una mayor facilidad de uso y visualización de parámetros fuera de control.

La decisión con respecto a las pantallas, fue definitivamente dar de baja las actuales y hacer una inversión en reconversión tecnológica de todas las pantallas en el empaqueo primario, en la ilustración 21 se puede ver una de las nuevas pantallas instaladas al lado de otra que no se ha cambiado aún.

Ilustración 21 Nueva pantalla Vs. pantalla monocromática



9.4 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA TRANSFERENCIA ENTRE BANDAS

Los operarios del área hicieron una propuesta acerca de la mejora que se podía realizar para este sistema de transferencia, en base a esto se llamaron proveedores para analizar la viabilidad de las propuestas y posteriormente se eligió la mejor propuesta de los proveedores en una reunión realizada con los expertos del área y de la planta.

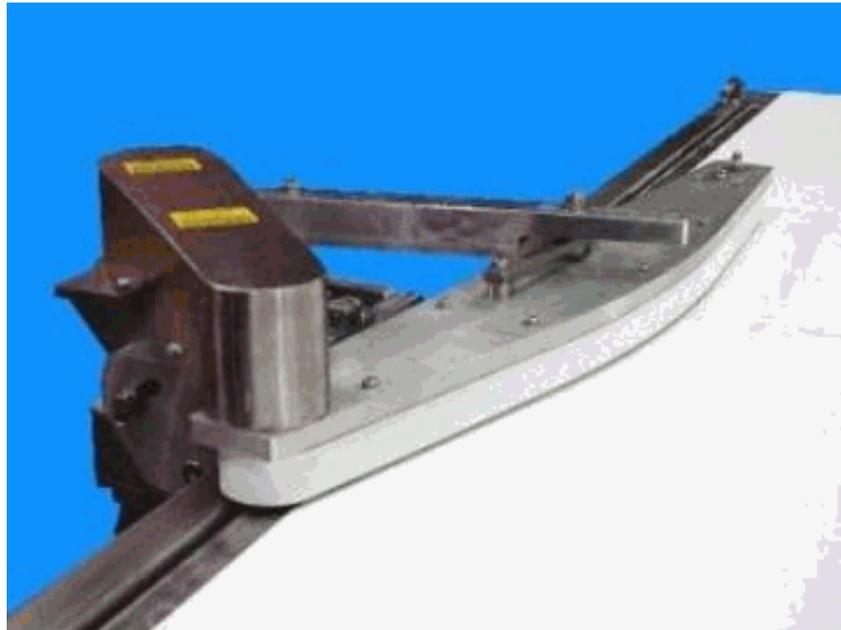
Definitivamente el rodillo que se había instalado para ayudar a la transferencia no estaba siendo suficiente, pues los polisacos se continuaban rompiendo e incluso enredando en el mismo rodillo, por este motivo era necesario hacer alguna

modificación en el sistema que garantice que las bolsas no se rompan disminuyendo el reproceso de producto y la generación de polvo visible en el área.

Entre las ideas propuestas la que más aceptación tuvo por parte de los líderes del área y los operarios, fue la instalación de enfiladores sobre la banda central al lado de los rodillos, ésta propuesta se evaluó con los proveedores, los cuales también dieron sus opiniones y sugerencias para esta modificación, y finalmente se decidió instalar enfiladores con rodillos.

En la ilustración 22, se pueden ver los enfiladores instalados en cada línea de empaque, con el fin de evitar el rompimiento de polisacos y evitar que estos se enreden en el rodillo.

Ilustración 22 Enfiladores a la salida de cada línea de empaque (representativo)



9.5 ESTABLECIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LOS CAMBIOS DE TEFLONES

Como se mencionó anteriormente en la implementación de mejoras en los sellados, la adquisición de las nuevas mordazas y reacondicionamiento de las actuales se hizo no solo pensando en los sellados, pues el tener 2 pares de mordazas por cada máquina empacadora facilitaría los cambios en los teflones, debido a que algunas de las tareas que se realizaban y requerían dejar la máquina parada se verían disminuidas si se preparaba con anterioridad la mordaza extra con los teflones.

En adición a las mordazas extras para cada una de las empacadoras se propuso la implementación de centros de trabajo en cada una de las líneas para facilitar cualquier intervención buscando disminuir los recorridos, puesto que las mordazas extra para cada máquina se debían guardar en alguna parte, se definió que el mejor lugar para ubicarlas sería en cada línea y con un fácil acceso a éstas.

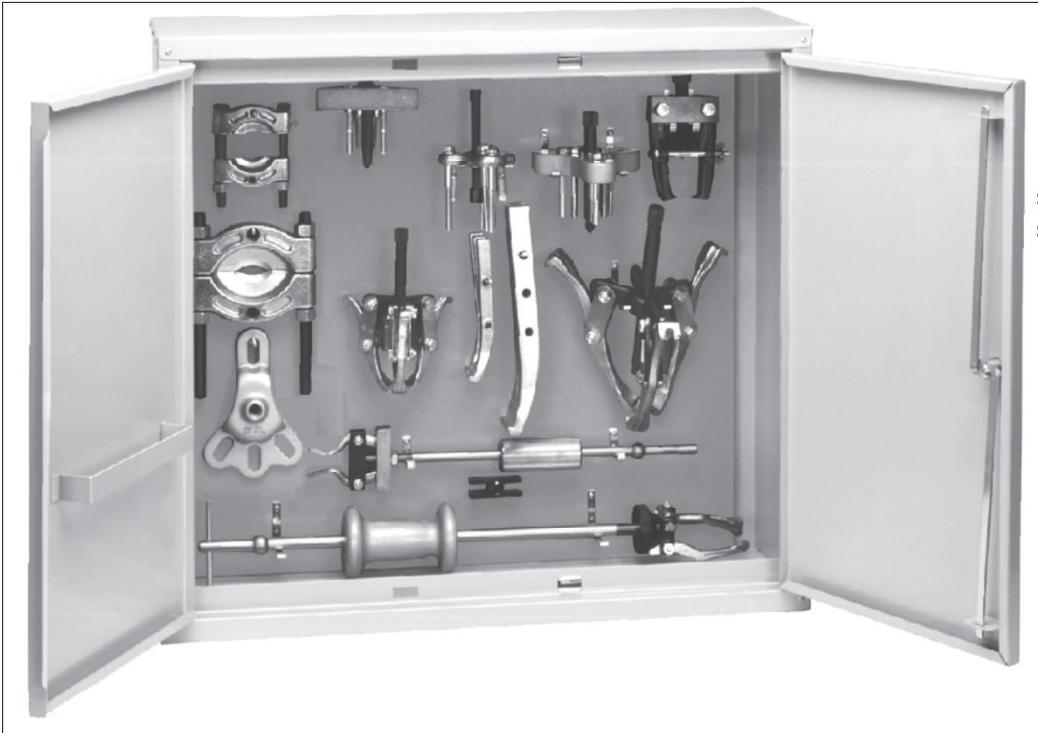
Los puestos de trabajo que se implementaron son bastante sencillos y consisten en una pequeña superficie de trabajo, una prensa y un dispensador de teflón, lo cual es suficiente para las intervenciones de rutina que se llevan a cabo en las líneas de empaque, reduciendo significativamente los tiempos de desplazamiento entre las líneas y el puesto central de trabajo, el cual estará disponible para intervenciones mayores durante paros planeados, en la ilustración 23. Se puede ver una prensa de banco igual a las instaladas en los puestos de trabajo de cada línea,

Ilustración 23 Prensa de Banco



También se instalaron gabinetes al lado de los puestos de trabajo para ubicar las mordazas extras que se tendrían en cada línea, estos gabinetes facilitan el aprovechamiento de las mordazas extras pues permite al operario acceder rápidamente a estas sin perder tiempo buscando o desplazándose lejos del área de trabajo. En la ilustración 24 se tiene una ilustración de un gabinete similar al instalado para el almacenamiento y fácil acceso de las mordazas extra que se tendrán para cada máquina empacadora.

Ilustración 24 . Gabinete porta mordazas (representativo)



10. VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUE

En este capítulo se hará una breve evaluación de los resultados obtenidos con las mejoras planteadas e implementadas en el proyecto y descritas en el capítulo 9 de este proyecto.

10.1 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL RETIRO DE LAS VÁLVULAS IRIS

Luego de la prueba piloto realizada retirando una válvula iris, y considerando los buenos resultados obtenidos, se decidió retirar las 5 válvulas iris restantes como medida enfocada a la reducción del polvo visible y de las pérdidas productivas. Una vez que se retiraron todas las válvulas se volvió a aplicar el sencillo método de evaluación que se empleó para definir la frecuencia de limpieza inicial y la prueba piloto y los resultados obtenidos superaron las expectativas debido a que no fue necesario realizar limpiezas en ninguna de las líneas.

En las tablas presentadas a continuación, se presenta el seguimiento de paros no planeados debido a limpiezas de válvula iris en las líneas de empaque, para éste seguimiento se utilizó el mismo procedimiento para evaluar la situación anterior durante veinte días calendario.

Tabla 19. Seguimiento a paros no planeados por limpieza de válvulas iris línea 1

Línea 1			
¿Es necesario realizar limpieza?			
Turno	1	2	3
Día			
lunes, 23 de mayo de 2011	No	No	No
martes, 24 de mayo de 2011	No	No	No
miércoles, 25 de mayo de 2011	No	No	No
jueves, 26 de mayo de 2011	No	No	No
viernes, 27 de mayo de 2011	No	No	No
sábado, 28 de mayo de 2011	No	No	No
domingo, 29 de mayo de 2011	N/A	N/A	N/A
lunes, 30 de mayo de 2011	No	No	No
martes, 31 de mayo de 2011	No	No	No
miércoles, 01 de junio de 2011	No	No	No
jueves, 02 de junio de 2011	No	No	No
viernes, 03 de junio de 2011	No	No	No
sábado, 04 de junio de 2011	No	No	N/A
domingo, 05 de junio de 2011	N/A	N/A	N/A
lunes, 06 de junio de 2011	N/A	No	No
martes, 07 de junio de 2011	No	No	No
miércoles, 08 de junio de 2011	No	No	No
jueves, 09 de junio de 2011	No	No	No
viernes, 10 de junio de 2011	No	No	No
sábado, 11 de junio de 2011	No	No	No
domingo, 12 de junio de 2011	No	No	No

Tabla 20 Seguimiento a paros no planeados por limpieza de válvulas iris línea 2

Línea 2			
¿Es necesario realizar limpieza?			
Turno	1	2	3
Día			
lunes, 23 de mayo de 2011	No	No	No
martes, 24 de mayo de 2011	No	No	No
miércoles, 25 de mayo de 2011	No	No	No
jueves, 26 de mayo de 2011	No	No	No
viernes, 27 de mayo de 2011	No	No	No
sábado, 28 de mayo de 2011	No	No	No
domingo, 29 de mayo de 2011	N/A	N/A	N/A
lunes, 30 de mayo de 2011	No	No	No
martes, 31 de mayo de 2011	No	No	No
miércoles, 01 de junio de 2011	No	No	No
jueves, 02 de junio de 2011	No	No	No
viernes, 03 de junio de 2011	No	No	No
sábado, 04 de junio de 2011	No	No	N/A
domingo, 05 de junio de 2011	N/A	N/A	N/A
lunes, 06 de junio de 2011	N/A	No	No
martes, 07 de junio de 2011	No	No	No
miércoles, 08 de junio de 2011	No	No	No
jueves, 09 de junio de 2011	No	No	No
viernes, 10 de junio de 2011	No	No	No
sábado, 11 de junio de 2011	No	No	No
domingo, 12 de junio de 2011	No	No	No

Considerando los excelentes resultados obtenidos luego del retiro de todas las válvulas iris, eliminando la necesidad de realizar paros no planeados para limpieza de las máquinas, se puede determinar que se redujo la pérdida productiva relacionada con las válvulas iris, equivalente a un 0,69% para la línea 1 y de un 0,63% para la línea 2, ésta mejora representa varios beneficios para la compañía,

pues reduce el riesgo de sus empleados, elimina tareas no productivas y representa un ahorro para la compañía bastante significativo, cada punto porcentual de pérdida productiva está tasado por la compañía en \$2450 dólares mensuales por cada línea, representando un ahorro de \$20286 dólares anuales en la línea 1 y de \$18522 dólares en la línea 2

10.2 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LOS SELLADOS

Luego de tener en funcionamiento las nuevas mordazas y comenzar a hacer el seguimiento de los sellados, se notó rápidamente una mejora con respecto a la situación histórica, obteniendo buenos resultados de la mejora establecida e implementada, a continuación se presentan los datos obtenidos luego de la implementación de la mejora en comparación con los datos históricos anteriormente presentados.

10.2.1 Verificación de resultados en la línea 1

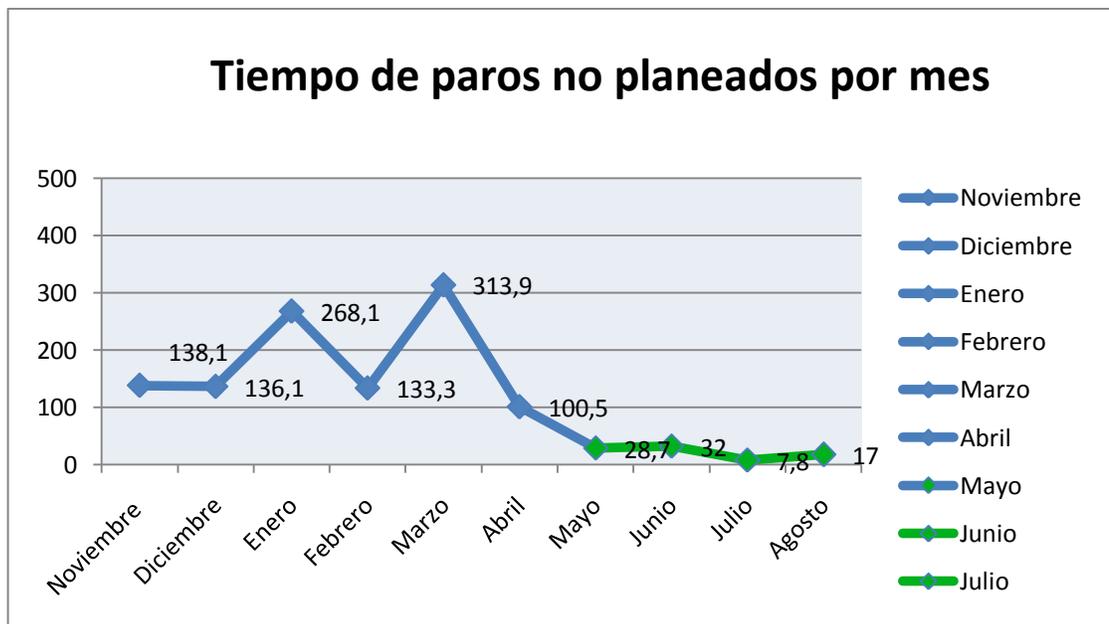
Tabla 21. Datos obtenidos luego de la implementación de mejoras en sellados línea 1

Paro no planeado Línea 1										
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Sellados	138,1	136,1	268,1	133,3	313,9	100,5	28,7	32	7,8	17
Número de paros	26	23	22	16	36	13	15	6	3	4

Ilustración 25 Gráfico de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras. Línea 1



Ilustración 26 Gráfico de tiempo de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras línea 1



10.2.2 Verificación de resultados en la línea 2

Tabla 22. Datos obtenidos luego de la implementación de mejoras en sellados línea 2

Paros no planeados Línea 2										
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Sellados	52,8	115,9	56,8	54,6	45,9	101,7	38,9	22,6	9,5	11,3
Número de paros	11	11	11	6	7	13	4	1	1	2

Ilustración 27 Gráfico de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras línea 2



Ilustración 28 Gráfico de tiempo de paros no planeados relacionados con sellados luego de las mejoras línea 2



10.2.3 Análisis de resultados

Como se puede ver en las tablas y gráficas anteriores, la mejora en los paros no planeados relacionados con los sellados es notoria y repercute directamente en la productividad de la línea, pues disminuye los tiempos no productivos, se muestra a continuación el comparativo entre el antes y después de la pérdida de productividad.

Tabla 23. Pérdida de productividad por sellados antes de mejoras línea 1

Mes	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Tiempo disponible (min)	40320	36000	34560	35280	37440	31680	0,506%
Pérdida productividad %	0,34%	0,38%	0,78%	0,38%	0,84%	0,32%	

Tabla 24. Pérdida de productividad por sellados después de las mejoras línea 1

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Promedio
Tiempo disponible (min)	37920	38880	31680	32640	0,061%
Pérdida productividad %	0,08%	0,08%	0,02%	0,05%	

Tabla 25. Pérdida de productividad por sellados antes de las mejoras línea 2

Mes	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Tiempo disponible (min)	38880	34560	31680	35280	36000	33120	0,204%
Pérdida productividad %	0,136%	0,335%	0,179%	0,155%	0,128%	0,307%	

Tabla 26. Pérdida de productividad por sellados después de las mejoras línea 2

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Promedio
Tiempo disponible (min)	38400	38240	34560	32160	0,057%
Pérdida productividad %	0,10%	0,06%	0,03%	0,04%	

Como se puede ver en las tablas anteriores, la pérdida de productividad debido a los sellados, se disminuyó en un 0,445% en la línea 1 y en un 0,147% en la línea 2.

La empresa tiene cuantificadas las pérdidas de productividad en dinero y de acuerdo a esta cuantificación cada punto porcentual que se mejore en la línea, representa un ahorro de \$2450 dólares mensuales, considerando las pérdidas en productividad que se redujeron, la compañía obtendrá un beneficio anual de \$13083 dólares en la línea 1 y de \$ 4321,8 dólares en la línea 2

10.3 Verificación de los resultados obtenidos con el cambio de las pantallas de control

En el arranque de las nuevas pantallas hubo inconvenientes con el sistema central de control y se produjeron bloqueos en el sistema en ambas líneas, estos problemas fueron solucionados con ayuda de los expertos en control de la planta y a partir del segundo mes de funcionamiento la mejora fue realmente percibida, debido a que se eliminaron los bloqueos de pantallas, y se mejoró el control visual de las empacadoras primarias.

A continuación la tabla 27, muestra el resumen de los resultados obtenidos luego de la instalación de las nuevas pantallas.

Tabla 27. Histórico bloqueos de pantallas antes y después de la nueva tecnología.

Bloqueo de pantallas										
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
# de bloqueos línea 1	6	1	2	5	2	1	2	0	0	0
# de bloqueos línea 2	1	0	4	4	0	6	3	0	0	0

10.4 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS EN EL CAMBIO DE TEFLONES

La mejoras implementadas en los cambios de teflones están relacionadas con la mejora en el sistema de sellados, pues se basa principalmente en la disponibilidad de mordazas extras para cada una de las máquinas con el fin de facilitar los cambios de los teflones.

Además, la implementación de los puestos de trabajo en las líneas, disminuye la carga de los operarios pues no se tienen que desplazar hasta el banco central de trabajo para realizar operaciones rutinarias.

La principal mejora en los cambios de teflones en las mordazas, es la transformación de actividades internas en actividades externas, lo cual permite disminuir los tiempos que debe estar detenida la máquina, mejorando la productividad de la línea. Se presenta a continuación los resultados obtenidos luego de comenzar a realizar los cambios de referencia con mordazas extras y utilizando el nuevo centro de trabajo.

10.4.1 Verificación de resultados en la línea 1

Tabla 28. Actividades internas y externas luego de las mejoras implementadas en línea 1

CAMBIO DE TEFLONES DE MORDAZAS LINEA 1														
#	Actividad	Tiempos observados (Seg)											Internas	Externas
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T.prom		
1	Desplazamiento con mordaza back up hacia la máquina	10	6	8	8	5	6	7	8	9	10	7,7		x
2	Aislamiento de energía peligrosa	15	10	11	18	10	18	17	12	14	14	13,9	x	
3	Bajar las mordazas de la máquina	37	27	34	38	38	32	31	35	33	30	33,5	x	
4	Instalación mordazas back up en la máquina selladora	23	32	32	28	30	27	28	21	32	29	28,2	x	
5	Encender equipos	12	13	12	13	15	10	15	11	13	12	12,6	x	
6	Desplazamiento hacia el banco de trabajo	7	5	9	8	5	7	6	9	8	5	6,9		x
7	Desarme de la mordaza	151	172	165	157	149	181	177	155	168	162	163,7		
8	Recortar nuevas cintas de teflón	24	25	17	20	25	21	17	25	24	21	21,9		x
9	Cambio de teflones	401	413	415	430	391	417	382	358	379	369	395,5		x
10	Armar mordaza back up	192	183	175	174	187	149	146	153	146	199	170,4		x
	Total	862	880	870	886	850	862	819	779	817	841	846,6	75,6	778,7

10.4.2 Verificación de resultados en la línea 2

Tabla 29. Actividades internas y externas luego de las mejoras implementadas en línea 2

CAMBIO DE TEFLONES DE MORDAZAS LINEA 2														
#	Actividad	Tiempos observados (Seg)											Internas	Externas
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T.prom		
1	Desplazamiento con mordaza back up hacia la máquina	5	6	5	8	6	6	5	8	10	11	7		x
2	Aislamiento de energía peligrosa	12	16	12	12	18	18	12	17	10	11	13,8	x	
3	Bajar las mordazas de la máquina	32	31	28	31	26	29	30	26	29	27	28,9	x	
4	Instalación mordazas back up en la máquina selladora	26	25	27	26	28	30	27	22	28	30	26,9	x	
5	Encender equipos	10	12	11	13	12	11	14	11	13	11	11,8	x	
6	Desplazamiento hacia el banco de trabajo	11	5	8	5	8	8	11	10	5	12	8,3		x
7	Desarme de la mordaza	163	161	164	160	146	164	152	143	160	148	156,1		x
8	Recortar nuevas cintas de teflón	18	16	24	24	16	22	16	25	24	21	20,6		x
9	Cambio de teflones	359	386	454	392	356	442	476	367	387	429	404,8		x
10	Armar mordaza back up	157	199	187	157	158	156	189	156	169	164	169,2		x
	Total	788	851	915	820	768	880	927	777	825	853	840,4	81,4	766

10.4.3 Análisis de resultados

Las tablas anteriores muestran como el cambio de los teflones pasó de estar compuesto en su totalidad por actividades internas que requerían tener la máquina parada, a tener en su mayoría actividades externas que se pueden realizar con la máquina encendida, en las siguientes tablas, se muestra un resumen de la mejora obtenida en ambas líneas.

Tabla 30. Resumen de mejora en los sellados obtenida en la línea 1

Total actividades	10
Número de actividades internas	4
Número de actividades externas	6
Reducción actividades internas	60,0%
Tiempo actividades internas (antes)	951,5
Tiempo actividades internas (después)	75,6
% reducción tiempo actividades internas	92,05%

Tabla 31. Resumen de mejora en los sellados obtenida en la línea 2

Total actividades	10
Número de actividades internas	4
Número de actividades externas	6
Reducción actividades internas	60,0%
Tiempo actividades internas (antes)	909
Tiempo actividades internas (después)	81,4
% reducción tiempo actividades internas	91,05%

Con este nuevo escenario luego de las mejoras implementadas y la reducción de las actividades internas se calculó de nuevo la pérdida de productividad causada por los cambios de teflones.

$$\frac{\text{Tiempo paro de línea}}{\text{tiempo disponible para producir}} \times 100 = \text{Pérdida de productividad en porcentaje}$$

Para la línea 1:

$$\frac{1,26 \text{ minutos por día}}{1440 \text{ minutos disponibles por día}} \times 100 = 0,0875\% \text{ de pérdida de productividad.}$$

Para la línea 2

$$\frac{1,36 \text{ minutos por día}}{1440 \text{ minutos disponibles por día}} \times 100 = 0,0944\% \text{ de pérdida de productividad.}$$

Considerando la pérdida productiva luego de las mejoras y comparándolo con la pérdida antes de la implementación de estas, se obtuvo una reducción en la pérdida de productividad del 1,01% en la línea 1 y del 0,955% en la línea 2, siendo una mejora bastante considerable para una planta con altos estándares de producción como lo es la planta de empaque de detergente en polvo de Procter & Gamble Industrial Colombia, esta pérdida al igual que las anteriores está tasada en \$2450 dólares mensuales por cada punto porcentual de pérdida productiva representando en los cambios de teflones el mayor ahorro de este proyecto logrado para la compañía equivalente a \$29694 dólares para la línea 1 y de \$28077 dólares para la línea 2.

10.5 VERIFICACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE GENERACIÓN DE POLVO VISIBLE

En el comienzo de la evaluación de las líneas productivas se identificaron 3 puntos principales de generación de polvo visible: La válvula iris, los sellados de las bolsas y la transferencia entre bandas.

Estos puntos fueron atacados no solo debido a la generación de polvo visible, sino también por su influencia en las pérdidas productivas y el reproceso de producto, obteniendo buenos resultados en todo este aspecto. En cuanto a la generación de polvo visible, ésta se vio reducida significativamente, pues la válvula iris fue retirada y se eliminó uno de los principales puntos generadores, en cuanto a los otros dos puntos los problemas relacionados con los sellados se redujeron, al igual que los atascamientos y rompimiento de bolsas en la transferencia entre bandas y por ende el reproceso de producto terminado en las líneas de empaque.

Hacer una determinación cuantitativa a detalle de la cantidad de polvo visible generado no es viable, pues sería incurrir en un proceso y costo extra en algo que no genera valor, por este motivo se evaluarán como iguales los puntos de generación de polvo visible presentes en la línea, en este orden de ideas la reducción obtenida luego de las mejoras implementadas y la eliminación de uno de los puntos de generación de polvo visible sería de por lo menos el 33%, considerando también que el punto de generación eliminado era uno de los más críticos.

10.6 VERIFICACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DEL REPROCESO EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUE

Luego de la implementación de las mejoras en las líneas se evaluó con ayuda del software de control de producción de la compañía, el comportamiento del reproceso de producto terminado en cada una de las líneas de empaque.

10.6.1 Verificación de reproceso línea 1

En la tabla 32 y las ilustraciones 29 y 30, se presentan los datos obtenidos del software de la compañía con respecto al reproceso en la línea 1.

Tabla 32. Reproceso después de las mejoras línea 1

Carros de reproceso línea 1										
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
# carros de reproceso	202	198	191	207	189	220	177	169	173	171
Toneladas	28,28	27,72	26,74	28,98	26,46	30,8	24,78	23,66	24,22	23,94

Ilustración 29 Número de carros de reproceso después de las mejoras en línea 1.

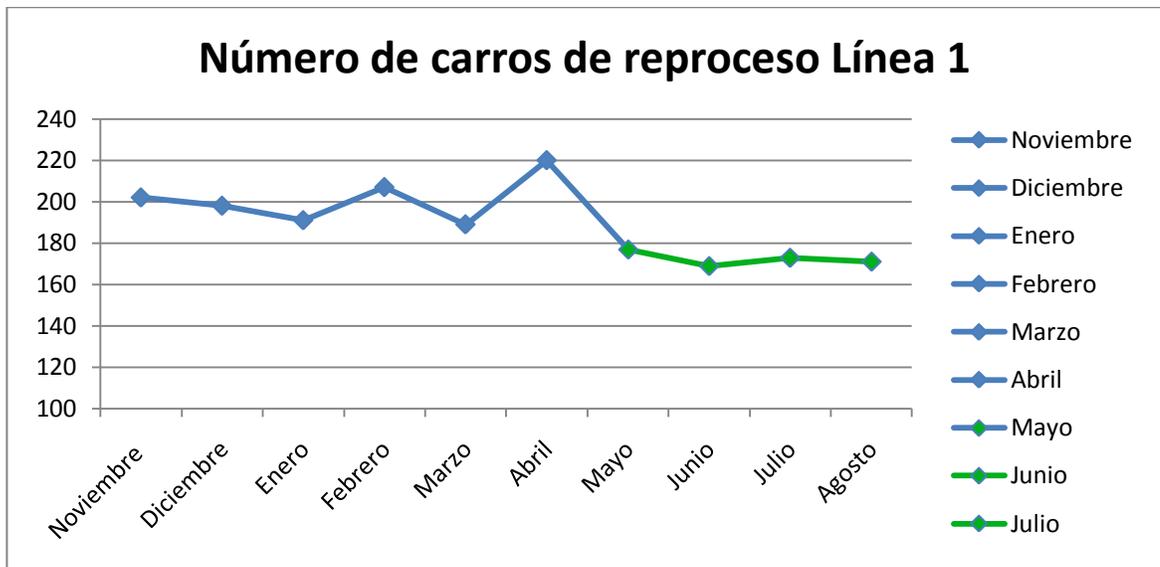
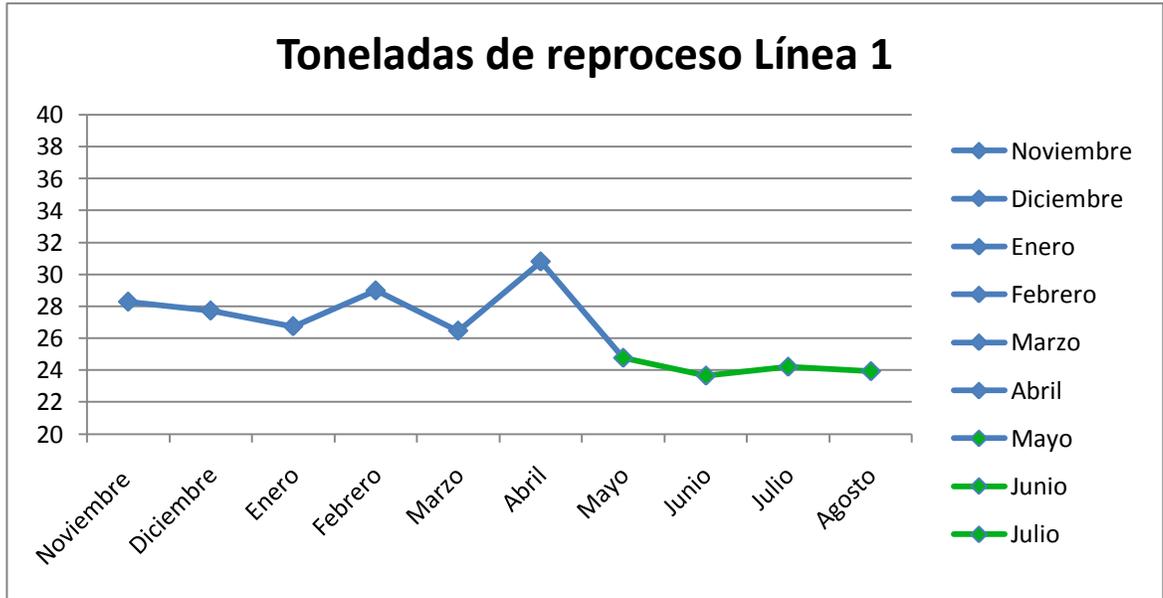


Ilustración 30 Toneladas de reproceso después de las mejoras en línea 1.



10.6.2 Verificación de reproceso línea 2

En la tabla 33 y las ilustraciones 31 y 32, se presentan los datos obtenidos del software de la compañía con respecto al reproceso en la línea 2.

Tabla 33. Reproceso después de las mejoras línea 2

Carros de reproceso línea 2										
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
# carros de reproceso	182	203	187	191	204	189	170	172	169	166
toneladas	25,48	28,42	26,18	26,74	28,56	26,46	23,8	24,08	23,66	23,24

Ilustración 31 Número de carros de reproceso después de las mejoras en línea 2

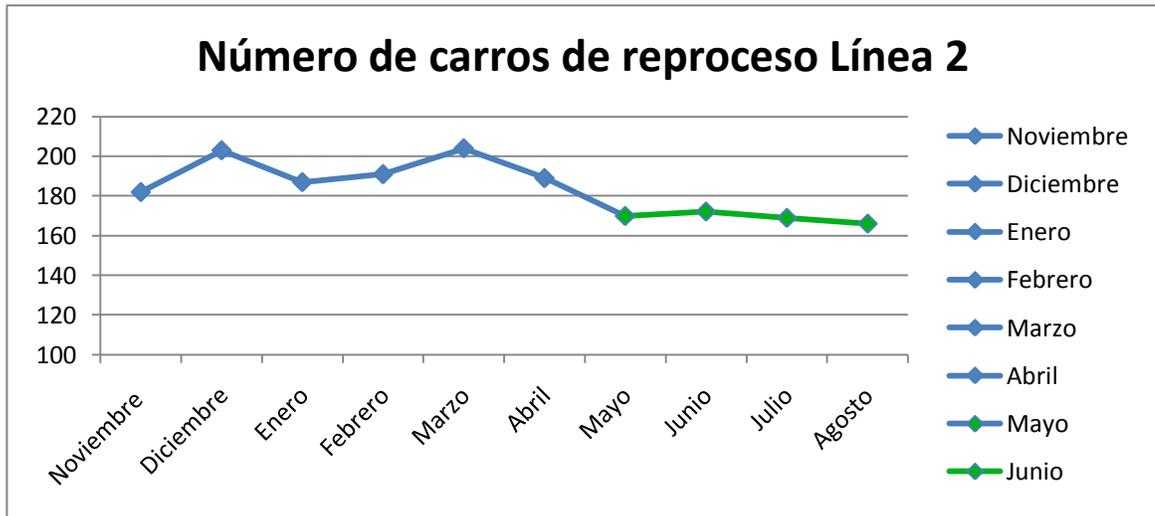
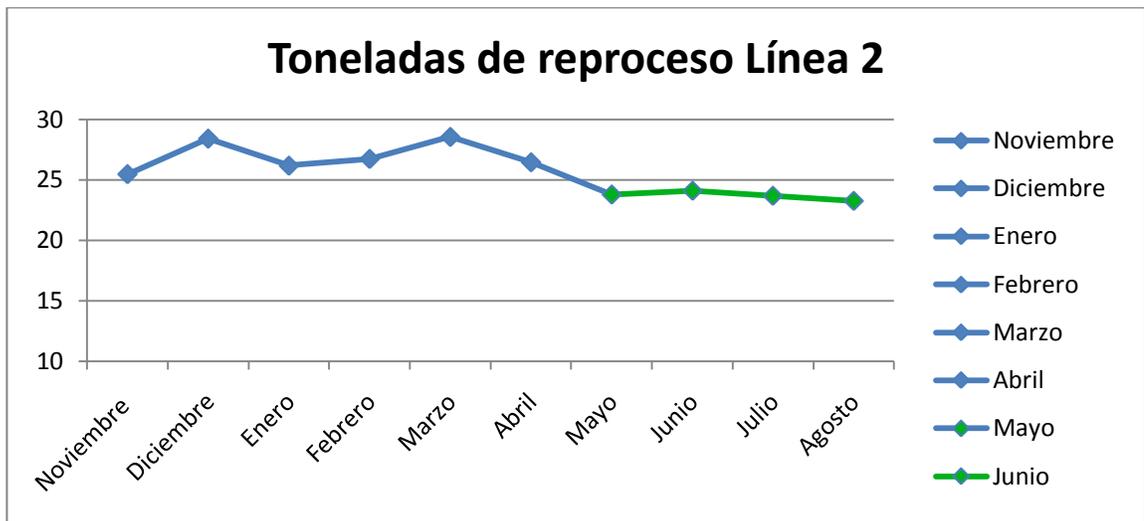


Ilustración 32 Toneladas de reproceso después de las mejoras en línea 2



10.6.3 Disminuciones de reproceso

Luego de obtener los datos del reproceso luego de las mejoras implementadas en ambas líneas, se calculó la reducción aproximada obtenida para cada una de estas y se presentan a continuación los cálculos y los resultados obtenidos.

Tabla 34. Resumen reducción de reproceso lograda en la línea 1

Resumen de resultados	
Promedio de carros antes	Promedio de carros después
201,167	172,5
Reducción (# carros)	
	28,667
Reducción porcentual	
	14,25%

Tabla 35. Resumen reducción de reproceso lograda en la línea 2

Resumen de resultados	
Promedio de carros antes	Promedio de carros después
192,667	169,25
Reducción (# carros)	
	23,417
Reducción porcentual	
	12,15%

De acuerdo a los costos definidos por la compañía, cada tonelada de reproceso tiene un costo de \$130 dólares mensuales, con lo cual se podría tasar el ahorro obtenido con la disminución del reproceso en \$6708 dólares para la línea 1 y de \$5480 dólares para la línea 2.

11. CONCLUSIONES

- Se realizó un análisis detallado de las líneas de empaque identificando cada uno de sus componentes principales, con lo cual se amplió el conocimiento sobre el proceso de empaque y se facilitó el entendimiento de las pérdidas que en estas se generan.
- Luego del análisis de las líneas de empaque se identificaron las principales pérdidas productivas, las cuales se encontraban principalmente relacionadas con las válvulas iris, el sistema de sellados, el cambio de los teflones de las mordazas y la transferencia entre bandas.
- En adición a lo mencionado anteriormente se identificaron las 3 principales fuentes de generación de polvo visible correspondientes a las válvulas iris, los sellados y la transferencia entre bandas.
- Para el problema de productividad relacionado con las válvulas iris se propuso e implementó un nuevo procedimiento de aislamiento de la tolva búfer, el cual permitió retirar las válvulas iris, eliminando la pérdida productiva generada por los paros no planeados, obteniendo una mejora de la productividad del equivalente a un 0,69% para la línea 1 y de un 0,63% para la línea 2.
- Se obtuvo una disminución en la pérdida productiva de un 0,445% en la línea 1 y en un 0,147% en la línea 2, luego de la implementación de unas nuevas mordazas de sellado y el reacondicionamiento de las mordazas existentes.
- La reducción más significativa en pérdidas de productividad se obtuvo luego de la implementación de SMED en el cambio de teflones de las mordazas, lo cual estaba estrechamente relacionado con la mejora en los sellados, pues la existencia de 2 pares de mordazas para cada máquina, junto con la instalación de puestos de trabajo en cada línea y gabinetes para las mordazas, permitió convertir las actividades internas que más tiempo requerían en actividades externas, logrando una disminución de la pérdida productiva del 1,01% en la línea 1 y del 0,955% en la línea 2.
- Los bloqueos en las pantallas aunque no se identificaron como un problema crítico, fueron eliminados completamente, mejorando además el sistema de control visual de las empacadoras y la facilidad de operación de las máquinas.
- Se redujo el problema de atascamiento de polisacos en las bandas de transferencia gracias a la instalación de nuevos enfiladores a la salida de cada línea de empaque.

- La presencia de polvo visible en las líneas, relacionada con los 3 puntos principales de generación de polvo se vio reducida drásticamente, debido principalmente a la eliminación completa de uno de los puntos y la disminución de los otros dos; debido a la complejidad para medir la cantidad de polvo generada se consideraron los puntos de generación para determinar la mejora lograda, estableciendo que la reducción de generación de polvo visible es de por lo menos el 33%.
- El reproceso de producto terminado disminuyó gracias a las mejoras mencionadas anteriormente alcanzando una disminución del 14,25% en la línea 1 y del 12,15% en la línea 2.

12. RECOMENDACIONES

- Luego de los buenos resultados obtenidos con las mejoras implementadas en las líneas 1 y 2 de empaque, se recomienda elaborar planes de mejoras para las otras tecnologías de empaque en el área, que aunque tienen grandes diferencias físicas con respecto a la tecnología de las líneas 1 y 2, presentan pérdidas similares que pueden ser reducidas o eliminadas.
- Se recomienda en un futuro una inversión en el cambio del sistema de tráfico de las bandas transportadoras, debido a que actualmente en los momentos de alta producción puede ocurrir choques de polisacos deteriorando los mismos.
- Los puestos de trabajo en cada línea dieron excelentes resultados en él la disminución de esfuerzos de los operarios para realizar tareas rutinarias en las máquinas, por este motivo se recomienda reaplicar el sistema en diferentes partes del área adecuándolos de acuerdo a las necesidades específicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, Christine P. "Drawing a Map of the Business." *Internal Auditor* 64, no1 (2007), pp. 55-58
- ARISTIZABAL RESTREPO, Santiago y ESTRADA TOBÓN, David Esteban. Mejoramiento del sistema productivo en planta de lavaplatos, Procter & Gamble Industrial Colombia. Trabajo de grado Ingeniero de producción. Medellín: Universidad Eafit. 2010.
- CHASE, R.; AQUILANO, N. J. y JACOBS, F. R. Administración de producción y operaciones. Santa Fe de Bogotá: Mcgraw-Hill. 2004.
- Dimitriades, Zoe S. "Total Involvement in quality management" *Team performance management* 6, no. 7/8, pp. 117-121.
- Diseño, aplicación y evaluación de un modelo para la mejora de procesos en sectores industriales maduros. Estudio del caso. (Spanish). En: DYNA - Ingeniería e Industria, 86(1), 59-73. (2011).
- Hall, Ernest H., Jr "Just-in-Time Management: A Critical Assessment." *Academy of Management Executive* 3, no.4 (1989), pp. 315-18.
- Manufactura Ágil y Competitiva: Enfoque de Dirección por Competitividad. (Spanish). En: Revista Daena (International Journal of Good Conscience), 5(2), 69-99. (2010).
- SCHROEDER, Roger G.; MEYER GOLDSTEIN, Susan y RUNGTUSANATHAN, Johnny. Administración de Operación. México D.F: Mcgraw-Hill. 2011
- SHINGEO, Shingo. Una revolución en la producción: el sistema SMED. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A, 1990, 400p.
- ZULUAGA HENAO, Alejandro. Mejoramiento del sistema de empaque para el producto terminado precisa en Lamitech S.A. Trabajo de grado Ingeniero de producción. Medellín: Universidad Eafit. 2007