

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electromecánica



Gualapack Costa Rica

“Plan piloto de implementación de TPM en la empresa Gualapack Costa Rica”

Informe de Practica de especialidad para optar por el grado de Licenciatura en
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Mario Quesada Quirós

Cartago Junio, 2015

Profesor guía: Ing. Rodolfo Elizondo Herrera.

Asesor industrial: Ing. Federico Monge Araya.

Tribunal examinador:

Información del estudiante y de la empresa

Nombre: Mario Quesada Quirós

Cedula de identidad: 304210978

Carné ITCR: 200670365

Dirección de su residencia en época lectiva: 300 metros Norte de la Basílica de Los Ángeles, Cartago.

Dirección de su residencia en época no lectiva: 300 metros Norte de la Basílica de Los Ángeles, Cartago.

Teléfono en época lectiva y no lectiva: 8554 1565.

Correo electrónico: mario2_3_4@hotmail.com

Información del proyecto:

Nombre del proyecto: Plan piloto de implementación de TPM en la empresa Gualapack Costa Rica.

Profesor asesor: Rodolfo Elizondo Herrera.

Horario de trabajo del estudiante: Lunes-Viernes, 8:00 am – 5:00 pm.

Información de la empresa:

Nombre: Gualapack Costa Rica S.A.

Dirección: Zona industrial Zeta, Cartago.

Teléfono: (506) 4032-4000.

Actividad principal: Fabricación de empaques para alimentos de bebés.

Dedicatoria

A mí papá, mi mamá, mis abuelos y mis dos hermanos Juan y Roy especialmente por haberme acompañado de una u otra forma en el camino para llegar hasta este momento.

Agradecimiento

Primero y ante todo a Dios y la virgen de los Ángeles por darme todo lo necesario para cumplir esta meta, de nuevo a mi familia incluyendo a mi prima Natalia que es como mi tercer hermano y por supuesto a mis amigos y compañeros del TEC que siempre estuvieron ahí Manuel, José Miguel, Marcos, Erick...

A los profesores excelentes que tiene la carrera que saben transmitir su conocimiento de la mejor manera.

Y al primer jefe que tuve en lo respectivo al campo de la ingeniería, Federico Monge Araya, por sus conocimientos transmitidos y que con su forma de ser, a pesar de todos los problemas y situaciones que se pueden presentar al estar a cargo de un puesto de gerencia de mantenimiento nunca pierde su manera alegre y divertida.

Tabla de contenido

Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción.....	15
Definición del problema y Justificación	16
Capítulo 1. Generalidades de la empresa	18
1.1. Misión.....	18
1.2. Visión.....	18
1.3. Valores	18
1.4. Principios empresariales	19
1.5. Gualapack Costa Rica	19
1.6. Productos comercializados	20
1.7. Organigrama de la empresa.....	21
1.8. Departamento de mantenimiento.....	22
1.9. Objetivos del departamento de mantenimiento.....	22
1.10. Horarios de trabajo	23
1.11. Tipos de mantenimiento presentes en la planta	23
1.12. Documentación	23
1.13. El proceso de la línea de producción	24
Capítulo 2. Reestructuración del plan de mantenimiento preventivo	34
2.1. Objetivos	34
2.1.1. Objetivo general.....	34
2.1.2. Objetivos específicos.....	34
2.2. Alcances	34
2.3. Marco Teórico	35
2.3.1. Mantenimiento Preventivo.....	35
2.3.2. Fases del mantenimiento preventivo.....	36
2.3.3. Descripción y características de los equipos.....	37

2.4.	Diseño del plan de mantenimiento preventivo	42
2.4.1.	Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo	45
2.4.2.	Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal	49
2.4.3.	Establecimiento de un sistema de control de la información.....	50
2.4.4.	Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico	53
2.4.5.	Establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo	57
2.4.6.	Evaluación del mantenimiento planificado.....	57
2.5.	Costos de implementar el plan de mantenimiento preventivo	57
2.6.	Manual de mantenimiento preventivo	64
2.7.	Técnicas de RCM y FMEA para el análisis y eliminación de averías.....	65
Capítulo 3.	Plan piloto de “5s”	67
3.1.	Objetivos	67
3.1.1.	Objetivo general.....	67
3.1.2.	Objetivos específicos.....	67
3.2.	Alcances	67
3.3.	Marco teórico.....	68
3.3.1.	Cinco 5s	68
3.3.2.	Seleccionar (Seiri).....	68
3.3.3.	Ordenar (Seiton).....	68
3.3.4.	Limpieza (Seiso).....	69
3.3.5.	Estandarización (Seiketsu)	69
3.3.6.	Disciplina (Shitsuke)	70
3.4.	Selección de áreas para el plan piloto de 5 eses.....	70
3.5.	Capacitación del personal	70
3.6.	Implantación del plan piloto de 5 eses	72
3.6.1.	Propaganda	72
3.6.2.	Implementación de “Selección (SEIRI)”	73
3.6.3.	Implementación de “Orden (SEITON)”	75
3.6.4.	Implementación de “Limpieza (SEISO)”	79
3.3.7.	Implementación de “Estandarización (SEIKETSU)”	79

3.3.8. Implementación de “Disciplina (Shitsuke)”	79
3.7. Evaluación y guía del plan piloto de 5 eses	80
Capítulo 4. Plan de mantenimiento autónomo.	86
4.1. Objetivos	86
4.1.1 Objetivo general.....	86
4.1.2 Objetivo específico.....	86
4.2. Definición del problema.....	86
4.3. Alcance	87
4.4. Marco teórico.....	87
4.4.1 Mantenimiento autónomo	87
4.4.2 Niveles de implantación del mantenimiento autónomo	88
4.5. El mantenimiento autónomo como método para eliminar las seis grandes pérdidas	90
4.6. Manual de mantenimiento autónomo	90
4.7. Capacitación del personal en mantenimiento autónomo	93
Capítulo 5. Mejora en los tiempos de cambio de formato por medio de (<i>SMED</i>) en la línea BAG.	96
5.1 Objetivos	96
5.1.2. Objetivo general.....	96
5.1.3. Objetivos específicos.....	96
5.2 Definición del problema.....	96
5.3 Marco teórico.....	96
5.2.1. Single-Minute Exchange of Die (<i>SMED</i>)	96
5.4 Documentación del procedimiento actual.....	99
5.5 Actividades internas que se pueden convertir en externas.....	101
5.6 Procedimiento propuesto	103
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....	105
Bibliografía	108

Índice de figuras

Figura 1.1. Planta de Gualapack Costa Rica.	20
Figura 1.2. Productos elaborados en la planta de Costa Rica.	20
Figura 1.3. Organigrama de la empresa GP-CR. Fuente Gualapack Costa Rica.....	21
Figura 1.4. Forma de envase alimenticio en capacidad de fabricar en la planta de Costa Rica.	24
Figura 1.5. Diagrama del proceso productivo en GPCR.	25
Figura 1.6. Bodega de almacenamiento de materia prima y producto terminado.	26
Figura 1.7. Sección de desenrollo del film en la máquina BAG.....	27
Figura 1.8. Sección de los rollos de fondos.	27
Figura 1.9. Sección de los rollos de fondos.	28
Figura 1.10. Sección de sellado de fondos.	28
Figura 1.11. Sección de sellado de laterales.	29
Figura 1.12. Sección de corte.	29
Figura 1.13. Sección del apilador.	30
Figura 1.14. Almacenaje de envases para repartir a la línea STRAW.....	30
Figura 1.15. Carga de envases en la máquina STRAW.	31
Figura 1.16. Deposito de boquillas en la máquina STRAW.	31
Figura 1.17. Cabezales de sellado y riel de empacadora.....	32
Figura 1.18. Máquina empacadora.	32
Figura 1.19. Embalaje de los envases terminados.	33
Figura 1.20. Embalaje de los envases terminados	33
Figura 2.1. Etapas para la implantación y evaluación del plan de mantenimiento preventivo. Fuente libro <i>"TPM Hacia la competitividad a través de los equipos de producción"</i>	36
Figura 2.2. Bombas de vacío.	37
Figura 2.3. Compresores de aire.	38
Figura 2.4. Secadores de aire.	38
Figura 2.5. Tanque de aire comprimido.	39
Figura 2.6. Chiller 1 y chiller 2 respectivamente.	39
Figura 2.9. Formato utilizado para estimar criticidades de equipos o procesos.	42
Figura 2.10. Matriz de criticidad para el proceso de BAG.....	43

Figura 2.11. Rodillos de tracción de la máquina BAG.	43
Figura 2.12. Matriz de criticidad para los equipos STRAW	44
Figura 2.13. Evaluación inicial del estado actual del mantenimiento.....	45
Figura 2.14. Pareto de fallas que abarca los puntos importantes del equipo STRAW	46
Figura 2.15. Ficha técnica de un equipo STRAW.....	48
Figura 2.16. Archiveros según código de equipo.	49
Figura 2.17a. Estructura de las tablas para la base de datos.....	52
Figura 2.17b. Estructura de las tablas para la base de datos.....	52
Figura 2.18a. Manual de la máquina STRAW.	53
Figura 2.18b. Manual de la máquina BAG Making.....	54
Figura 2.19. Instrucciones dadas para el cambio de cuchillas.	55
Figura 2.20. Instrucciones dadas para la verificación de las ventosas.....	55
Figura 2.21. Hoja de reporte de producción.	56
Figura 2.22. Ventosas y teflón utilizados en la máquina STRAW y BAG.	59
Figura 2.23. Lista de verificación para el mantenimiento preventivo de la máquina STRAW.....	64
Figura 2.24. Hoja RCM para la máquina BAG.....	65
Figura 2.25. Formato de hoja FMEA para análisis de fallas.	66
Figura 3.1. Capacitación del personal de la línea BAG.....	71
Figura 3.2. Capacitación del personal de mantenimiento.	71
Figura 3.3. Propaganda del programa de “5s”	72
Figura 3.4. Propaganda del programa de “5s”.....	73
Figura 3.5. Selección en una mesa de trabajo de la línea BAG.	73
Figura 3.6. Selección en el taller de mantenimiento.	74
Figura 3.7. Orden en una mesa de suministros de la máquina BAG.....	75
Figura 3.8. Orden en el taller de mantenimiento- antes y después.	76
Figura 3.9. Etiquetadora utilizada con cinta de 12 mm.	77
Figura 3.10. Panel de suministros de la máquina BAG.....	77
Figura 3.11. Banco de trabajo del taller. Antes.....	78
Figura 3.12. Banco de trabajo del taller. Después.	78
Figura 3.13. Evaluación de la filosofía de “5s”.	82

Figura 3.14. Evaluación de la filosofía de “5 eses”	82
Figura 4.1. Tareas del mantenimiento autónomo en la línea STRAW.	88
Figura 4.2. Tareas del mantenimiento autónomo en la línea BAG.	89
Figura 4.3. Herramientas necesarias en la línea BAG.	89
Figura 4.4a. Ejemplo de lista de verificación para el mantenimiento autónomo.	91
Figura 4.4b. Ejemplo de guía de procedimiento para el mantenimiento autónomo.	92
Figura 4.5. Capacitación de mantenimiento autónomo para las líneas BAG y STRAW.	93
Figura 4.6. Capacitación de mantenimiento autónomo para la línea BAG.	94
Figura 4.6. Personal en la capacitación de mantenimiento autónomo para la línea BAG.	94
Figura 4.7. Tarjeta amarilla para fallas de mediana importancia.	95
Figura 4.8. Tarjeta roja para fallas detectadas de alta importancia.	95
Figura 5.1. Etapas para la implementación de SMED.	97
Figura 5.2. Procedimiento actual de cambio de bobina.	100
Figura 5.3. Eje del bobinado existente.	101
Figura 5.4. Eje de bobinado en stock.	102
Figura 5.5. Recorte en el nuevo bobinado.	102
Figura 5.6. Procedimiento propuesto para el de cambio de bobina.	103

Índice de tablas

Tabla 2.1. Elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos STRAW	58
Tabla 2.2. Tiempo estimado de vida útil o de recambio para equipos STRAW	59
Tabla 2.3. Costo anual de los elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos STRAW.....	60
Tabla 2.4. Elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos BAG.....	60
Tabla 2.5. Tiempo estimado de vida útil o de recambio para equipos BAG	61
Tabla 2.6. Costo anual de los elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos BAG.....	62
Tabla 2.7. Costo total anual del plan de mantenimiento preventivo	62
Tabla 3.1. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Selección.....	80
Tabla 3.2. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Ordenar.....	81
Tabla 3.3. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Limpiar.....	81
Tabla 3.4. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Estandarización.....	83
Tabla 3.5. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Disciplina.....	84
Tabla 3.6. Guías de línea de meta para alcanzar las cinco eses. Organización.....	84
Tabla 3.7. Guías de línea de meta para alcanzar las cinco eses. Orden.....	85
Tabla 3.8. Guías de línea de meta para alcanzar las cinco eses. Limpieza.....	85

Resumen

En los tiempos modernos donde la competitividad de las empresas es determinante para permanecer y crecer en un mercado donde los márgenes de ganancia se estrechan cada vez más a raíz de buscar ganar a los clientes finales de los productos, las empresas se ven obligadas a buscar la manera de ahorrar lo máximo posible y producir con equipos que permitan una producción con alta confiabilidad, disponibilidad y con productos de calidad más aun cuando el producto que se elabora es para un sector de especial cuidado como lo es el alimenticio. Una tendencia de gestión productiva que apareció en las últimas décadas y que parece haber llegado para quedarse como método para maximizar la efectividad del equipo con la utilización de los mínimos recursos necesarios es el *Mantenimiento Productivo Total* (TPM), y es lo que en esta práctica profesional se intentó implementar en la empresa GUALAPACK de Costa Rica, se trató de llevar a cabo al menos las etapas iniciales de los principales pilares sobre los que se cimenta esta metodología.

La presente práctica profesional abarcó una auditoría en la empresa sobre el estado actual de las “5s”, uno de los pilares primordiales para que el TPM pueda ser exitoso en una empresa, además de las correspondientes capacitaciones al personal operativo y técnico para luego el relanzamiento del programa de “5s”. Posteriormente se creó un plan de mantenimiento autónomo donde se introduce al operario como responsable de tareas menores pero no menos importantes en el mantenimiento del equipo productivo. Este plan requirió de un análisis del nivel de conocimiento que tenían los operarios de sus equipos para luego dar una capacitación sobre los principios de funcionamiento del equipo que junto con el técnico experto en los equipos se aclaran dudas que tiene el personal a la hora de operar el equipo.

Subsiguientemente, y paralelo al plan de mantenimiento autónomo, se reorganiza la gestión existente de mantenimiento preventivo, para lo cual se asignan las inspecciones basadas en las recomendaciones que hace fabricante en los manuales de los equipos así como en los ciclos de vida observados y medidos durante los periodos de operación de los equipos hasta la falla del componente que se buscaba determinar. Por último, se trató de reducir los tiempos de cambio de bobina en la máquina selladora de bolsas la cual inicialmente llevaba un tiempo promedio de tres horas; para esto lo primero fue tomar los tiempos de varios cambios de bobina para determinar el promedio y observar cuidadosamente el proceso en que se hacía para poder extraer puntos de mejora que permitirán reducir la cantidad de pasos y de tiempo para llevarlo a cabo.

Palabras claves: Mantenimiento Productivo Total (TPM), “5s”, Mantenimiento Autónomo, Gualapack de CR.

Abstract

In modern times where the competitiveness of enterprises is essential to remain and grow in a market where profit margins narrow increasingly seek to gain root end product customers, companies are forced to seek way to save as much as possible and produce with the facilities for production with high reliability, availability and quality products even more when the product is made is for a special care sector such as the food, a trend of productive management appeared in recent decades and appears to have come to stay as a method to maximize team effectiveness with the use of minimum resources is the Total Productive Maintenance (TPM), and so this practice is trying to implement in Company Gualapack of Costa Rica, is trying to carry out at least the initial stages of the main pillars on which this methodology is founded.

This practice spanned an audit of the company on the current status of the "5s", one of the main pillars for the TPM can be successful in a company, together with the relevant training to operational and technical staff to then relaunch program "5s", then an autonomous maintenance plan where the operator is entered as responsible for minor tasks but no less important in maintaining productive team was created. This plan required an analysis of the level of knowledge they had their equipment operators then give training on the principles of operation of the equipment together with the technical expert teams having doubts staff operate when rinsed the team.

Subsequently, parallel to the plan of the existing autonomous maintenance preventive maintenance management is reorganized, which are assigned to inspections based on manufacturer recommendations made in the manuals of the equipment as well as life cycles observed and measured during the periods of operation of equipment to component failure that sought to determine. Finally, we try to reduce changeover times coil sealing machine bags which initially had an average of three hours; for this first time was taking several changes coil to determine the average and carefully observe the process in which it is made to extract areas for improvement that will reduce the number of steps and time to perform the same.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM), "5s", Autonomous Maintenance, Gualapack CR.

Introducción

El Mantenimiento Productivo Total, o *TPM* por sus siglas en inglés, es un sistema de gestión eficiente de los recursos productivos de la empresa tanto de los equipos como del personal humano a cargo de estos, donde se busca producir con cero desperdicios, cero defectos y cero averías, esto es, busca la eliminación sistemática de pérdidas que más adelante se mencionarán y que son necesarias erradicar o reducir al máximo para lograr una planta eficiente y competitiva; el *TPM* trata de hacer las plantas productivas más competitivas a través de cambios que no siempre son aspectos desde el punto de vista de los activos fijos, sino en la parte de la mentalidad del sistema productivo que existe aun en muchas compañías donde se marca una gran separación entre los departamentos de producción, mantenimiento, calidad y costos. El *TPM* viene a cambiar ciertas culturas empresariales antiguas centradas en elaborar sobreproducción para contar con un gran STOCK innecesario, muchas veces esforzando la maquinaria, por una producción más coordinada y ajustada a la demanda como lo presenta la metodología *just In Time (JIT)*, pero además introducir lo que propone el *TQM*, otras metodologías más para unirse en una sola estructura que sea capaz de abarcar todos los aspectos productivos y de su entorno.

La idea de realizar este proyecto de un plan piloto de *TPM* y reorganización del mantenimiento preventivo en la empresa Gualapack de Costa Rica, es que surge de la necesidad de implementar parte de los pilares del sistema *TPM*, en las dos líneas principales de producción, línea BAG y línea STRAW que se explican más adelante. Para que este plan se llevase a cabo debió contar con el apoyo de la alta dirección el cual se sabe que es fundamental para poder ser insertado de manera efectiva. En este caso, se aplicará de primero obedeciendo el orden lógico de implementación, la metodología de las "5s" que permite tener mejores condiciones del puesto de trabajo así como del equipo en lo que respecta a orden, limpieza y seguridad, esto sirve además para producir psicológicamente en los operadores de línea, la disciplina y el deseo de un puesto de trabajo limpio y ordenado, que servirá de base para la siguiente metodología del mantenimiento autónomo que dará el sentido de responsabilidad y pertenencia del equipo que manejan; además, les permitirá aumentar el grado de especialización en el equipo por lo que se espera la reducción de paradas menores y esperas que es una de las *grandes pérdidas* y objetivo que trata de eliminar el *TPM* con lo anterior, más una reorganización del plan de mantenimiento preventivo el cual es otro de los pilares del *TPM* se espera encaminar a la empresa para mantener resultados operativos de alto nivel y eficiencia que puedan ser resultado de un adecuado plan de *TPM*.

Definición del problema y Justificación

Gualapack de Costa Rica es una empresa que viene estableciéndose en el país; con menos de dos años de entrar en operaciones y aproximadamente un año de contar con las dos líneas para la fabricación del empaque completo y sellado de la boquilla, cuenta con máquinas de alta tecnología para la fabricación de una amplia gama de empaques flexibles; pero a pesar de tener equipos altamente tecnológicos y una adecuada infraestructura, el proceso de fabricación resulta nuevo para los operadores y el personal técnico, lo que representa una nueva experiencia y a la vez un desafío ya que se debe tener bajo control muchos puntos y ajustes del equipo de lo contrario la máquina producirá con defectos o entra en estado de alarma.

Es indispensable para la empresa, al fabricar envases para el sector alimenticio y en especial al ser sus mayores clientes los fabricantes de bebidas y colados para bebés, mantener un alto estándar de aseo y calidad en sus productos, además de tener que aprobar un fuerte control de calidad interno como externo lo que obliga a los operadores y al departamento de mantenimiento a tener los equipos en las condiciones óptimas para evitar productos retenidos.

Lo anterior conlleva a tener que aplicar un sistema de limpieza estricto, completo y constante que evite cualquier contaminación por grasa, aceite, residuos de recortes o cualquier otro que pueda dar pie a un reclamo por parte de los compradores de los empaques y a tener que acercar al operador en el conocimiento de las partes y ajustes que son necesarios que domine. Además, el proceso de fabricación de estos es un proceso que conlleva precisión, pues los empaques deben cumplir con rangos específicos donde el margen es de a lo sumo un milímetro para poder ser aprobado por el departamento de calidad esto agregado a una geometría estricta que cumplir en la parte del fondo para poder sostenerse y soportar las pruebas de presión a 0.1 MPa, hacen que se requiera de una máquina perfectamente calibrada, con operarios y técnicos capaces de entender el ciclo de funcionamiento, sus calibraciones y puntos de revisión de los parámetros establecidos para cada tipo de empaque que se está produciendo.

Debido a esta falta de capacitación tanto en el uso de los controles de los equipos como en el conocimiento de las partes ha provocado que se presenten inconvenientes entre operadores y técnicos en cuanto a que los últimos atribuyen muchas causas de falla por mala manipulación del equipo.

En el proyecto actual, se desarrolla un plan de *TPM*, donde a través de capacitación del personal operativo, se pretende acercarlo al mejor conocimiento del equipo que opera y tareas simples de revisión y comprobación, además de que se encargue de

mantener su equipo y área de trabajo limpia, ordenada y solo con lo que realmente es necesario. Por otro lado, se establece en el mantenimiento preventivo todos los puntos necesarios de controlar en los equipos según lo indica el fabricante y lo determinado a través del análisis de la máquina.

Capítulo 1. Generalidades de la empresa

1.1. Misión

- Protegemos y valoramos los productos de nuestros clientes
- El empaque flexible de alto rendimiento es nuestro conocimiento
- Las soluciones tecnológicas integradas son nuestra norma
- El respeto por el ambiente es nuestra norma
- Invertimos en las personas que están motivadas y con talento.

1.2. Visión

- Crecer de manera sostenible compitiendo con los mejores.

1.3. Valores

- *Participación*
Saber trabajar en equipo con confianza y entusiasmo compartiendo los objetivos.
- *Integridad*
Trabajar con honestidad y transparencia respetando a las personas, su seguridad y ambiente.
- *Competencia*
Saber hacer, hacerlo bien y de manera rápida gracias a una actualización permanente.
- *Positivismo*
Creer en el éxito, en el futuro, en nuestras capacidades y en el grupo.
- *Responsabilidad*
Individual, social y del ambiente.
Ser el primer actor para la comunidad.

1.4. Principios empresariales

La Compañía aplica el respeto a todas las leyes y reglamentos de los países relativos a la actividad de la empresa y de prohibir cualquier patrón de comportamiento indebido. Además, Gualapack aplica los principios de la libre competencia, la honestidad, la integridad, la equidad y la buena fe, en lo que respecta a los intereses legítimos de los clientes, empleados, accionistas, proveedores, acreedores y comunidades en su propia actividad.

1.5. Gualapack Costa Rica

Gualapack System es un líder mundial en el sector del embalaje flexible preformado con tapón. La empresa nació en 1986 en Alessandria (Italia) y desde sus orígenes está dedicada al sector de los embalajes flexibles. En 1989, empezó la producción de un embalaje flexible innovador y particular: el Cheerpack. Hoy, la gama de productos se divide en Cheerpack CP y Cheerpack DP (envase estable de fondo plano con tapón o “spouted stand up pouch”).

A menos de 2 años después de haber abierto una nueva planta de producción en Rumania y una empresa mixta en los Estados Unidos en 2011, Gualapack procede con su despliegue internacional y abre, en septiembre de 2013, una nueva planta de producción en la provincia de Cartago, Costa Rica. La elección de Costa Rica proviene de la situación geográfica única país con un acceso inmediato a los 2 océanos que circundan el continente sudamericano.

Gualapack Costa Rica produce la gama completa Cheerpack DP y empaques para: puré de frutas (junto con el empaque patentado anti-asfixia BabyCap de Gualapack), snacks, lácteos, bebidas, salsas y condimentos. La planta cuenta con una superficie cubierta de unos 6.500 metros cuadrados de una superficie total de 7.000 metros cuadrados, que está operando con cerca de 30 empleados. Productos Gualapack Costa Rica se dirigen al continente americano Centro-Sur (Brasil, Argentina, Chile, Venezuela, Honduras entre otros) y, en el plazo al año 2017, se espera contar con más de 160 personas empleadas. Gualapack Costa Rica es parte de la Gualapack Group. Esta información es pública, visible y de libre acceso para todos en su página de internet www.gualapack.com.



Figura 1.1. Planta de Gualapack Costa Rica.

1.6. Productos comercializados

Como se mencionó anteriormente, la compañía Gualapack es líder mundial en el sector del embalaje flexible preformado con tapón. La compañía fabrica embalajes para puré de frutas (junto con el empaque patentado anti-asfixia BabyCap de Gualapack), snacks, lácteos, bebidas, salsas y condimentos



Figura 1.2. Productos elaborados en la planta de Costa Rica.

1.7. Organigrama de la empresa

A continuación, se muestra la estructura organizacional de la empresa Gualapack Costa Rica.

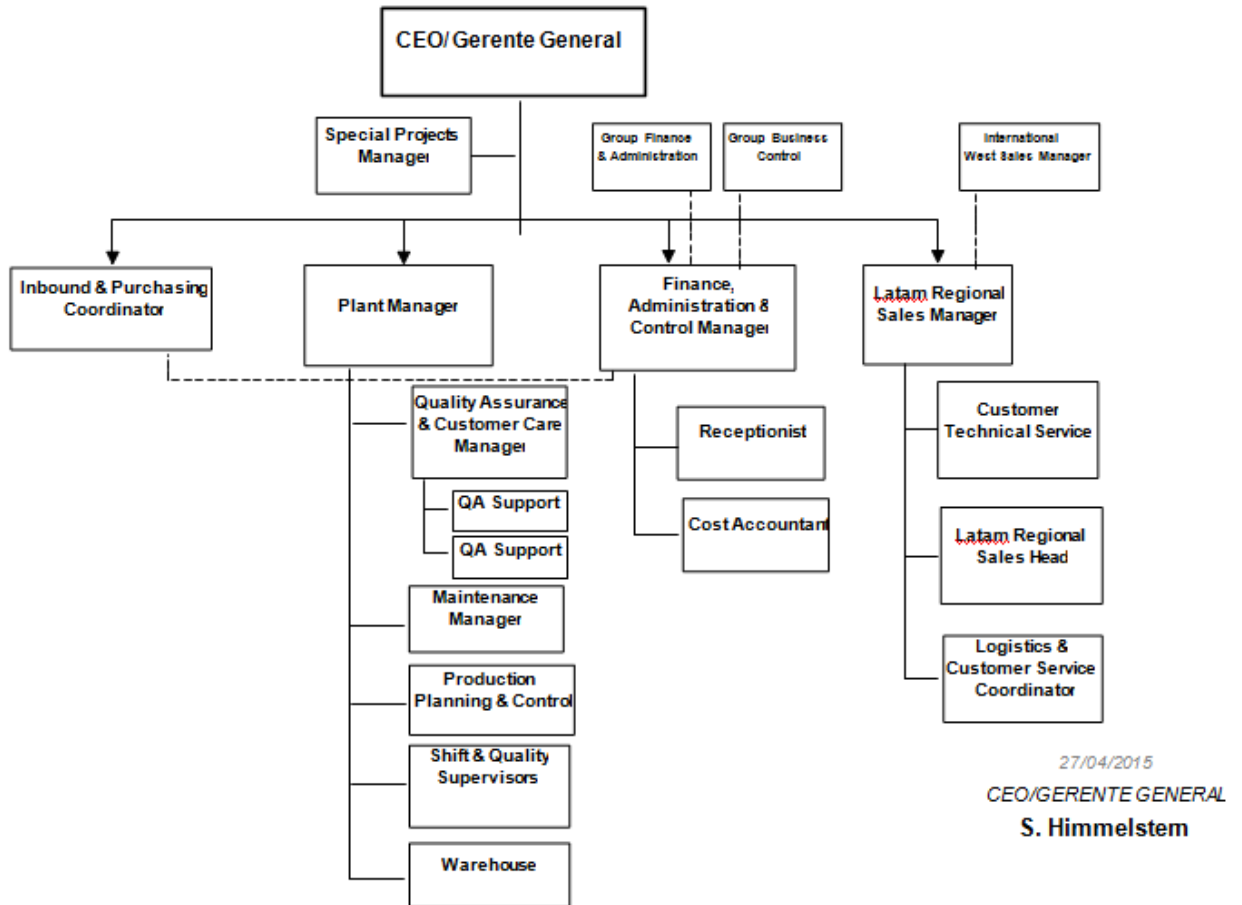


Figura 1.3. Organigrama de la empresa GP-CR. Fuente Gualapack Costa Rica.

1.8. Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento define las estrategias desde un punto de vista funcional, con el propósito de poner en práctica las directrices de la empresa:

- Planeación mensual de actividades.
- Elaboración de reporte diario de actividades a través de la bitácora.
- Realizar reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento.
- Proponer nuevos enfoques de trabajo.
- Medición y evaluación del desempeño de los técnicos.
- Facilitar talleres y/o cursos de adiestramiento de acuerdo a las necesidades del personal.
- Facilitar talleres en materia de seguridad e higiene.

1.9. Objetivos del departamento de mantenimiento.

- El área de mantenimiento procura agilizar el proceso de mantenimiento para extender la vida útil de los activos y mejorar la productividad, buscando evitar el costo improductivo no planificado.
- Debe administrar el inventario en cantidades apropiadas, en el lugar correcto y en el momento oportuno de adquisición.
- Anticipar y mitigar los problemas de cumplimiento de la normativa de seguridad.
- Mejorar el nivel de satisfacción del usuario y la calidad de atención.
- Lograr óptima aplicación del presupuesto anual en los rubros de repuestos y consumibles.
- Optimizar con criterios de eficiencia, eficacia y calidad en el mantenimiento de los activos.
- Mejorar la gestión para garantizar la recuperación en los costos.
- Mejorar la productividad de los empleados, para que sea una experiencia agradable en el puesto de trabajo.

1.10. Horarios de trabajo

La empresa inició en el año 2013 con tres jornadas laborales, actualmente la empresa cuenta con dos turnos de trabajo y esto no es debido a como se pensaría inicialmente, a una disminución de la producción sino por el contrario la empresa adquirió una máquina para formadora de empaques y siete selladoras de boquilla, actualmente, la planta cuenta con 23 operadores de línea y dos supervisores.

1.11. Tipos de mantenimiento presentes en la planta

La empresa cuenta con un departamento de mantenimiento encargado del mantenimiento de los equipos primarios de producción, los equipos de aire acondicionado de las oficinas y de climatización de la planta productiva son mantenimientos por contratación o por garantía de los equipos; por ende, se enfoca principalmente en los dos tipos de máquinas vitales, estos equipos se someten a un mantenimiento de averías, es decir hasta que la falla ha ocurrido. En ello radica la importancia del nuevo plan de mantenimiento preventivo.

1.12. Documentación

La documentación y su gestión encontradas por parte del departamento de mantenimiento es un punto a mejorar, ya que casi nunca se registran los datos como por ejemplo la duración, y el nombre del técnico que realiza las intervenciones al equipo. El gerente solicita la orden verbalmente y un documento al final del turno que se denomina pass down aunque no se siempre se presenta, también cabe destacar que no cuenta con un sistema unificado de información por cada equipo, además los manuales y otra información técnica no está disponible en el taller o se encuentra en otros idiomas (inglés o italiano) por lo que es una circunstancia que impide la pronta consulta por parte de los técnicos.

1.13. El proceso de la línea de producción

La compañía, en su proceso de elaboración de envases para alimentos, tiene en especial asignación la elaboración de los envases para alimentos de bebé para el sector de centro y Sur América, esto no lo limita a elaborar para otro tipo de productos siempre y cuando el tipo de envase se clasifique como sellado de tres lados como se muestra en la figura 1.4.

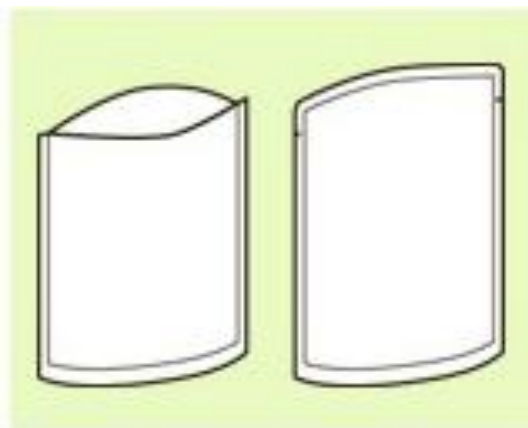


Figura 1.4. Forma de envase alimenticio en capacidad de fabricar en la planta de Costa Rica.

El material sobre el que se trabaja en el film está conformado de varias capas para cumplir con los requerimientos de una buena apariencia exterior, aislar al producto del oxido de Carbono (IV) (CO₂) y oxígeno (O₂), ser inerte entre otras. Lo que añade características de cuidado a la hora del proceso ya que las diferentes capas presentan comportamientos distintos a la temperatura y presión.

La coordinación y el proceso de fabricación de los envases se puede resumir en la figura 1.5, donde se muestra el proceso que debe seguir desde que se genera una orden de compra al departamento correspondiente, ya sea esta por medios electrónicos como por ejemplo a través de su página en internet www.gualapack.com o por una orden impresa donde se coordina el diseño, costo y los tiempos de entrega del producto final. Además de esto, el proceso de fabricación de un nuevo producto debe contar con el visto bueno de la casa matriz en Italia como último punto para dar inicio a la impresión de los film a cargo de una compañía italiana.

Como se describe más específicamente en la siguiente sección, el proceso productivo está gobernado por dos tipos de máquinas, las cuales son fundamentales y sobre ellas se basa la mayor parte de este plan de mantenimiento preventivo, se observa de la figura 1.5 como los ajustes de los equipos cuando hay un cambio de

formato en alguna línea de producción requiere del trabajo conjunto de los departamentos de producción y mantenimiento.

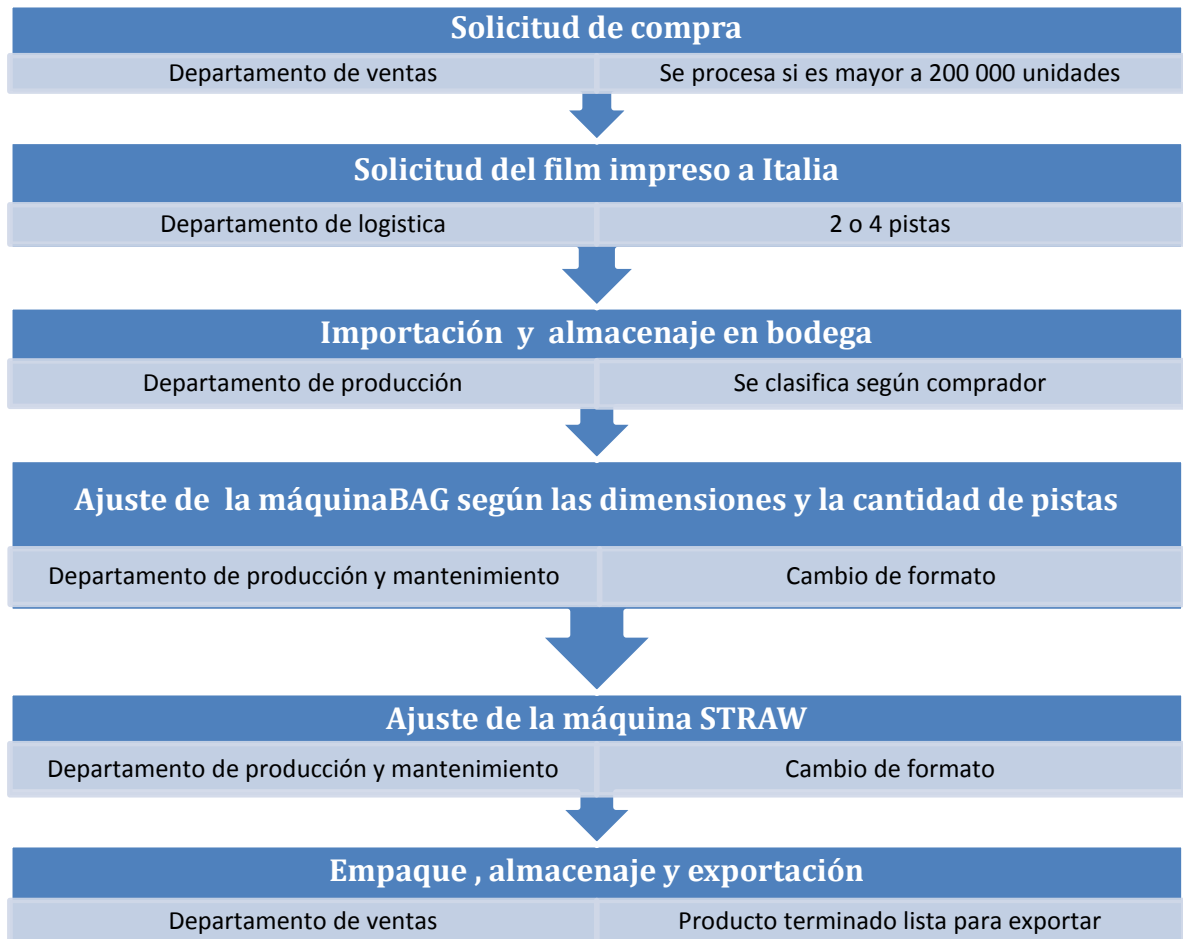


Figura 1.5. Diagrama del proceso productivo en GPCR.

A continuación, se ilustra en esta sección brevemente el proceso que se sigue dentro de la fábrica para llevar a cabo la elaboración de un envase terminado y listo para su entrega al comprador, esto ayudará a entender mejor las tareas que debe realizar un operador de línea.



Figura 1.6. Bodega de almacenamiento de materia prima y producto terminado.

En la figura anterior se puede observar el área de bodega, la cual tiene un área de cerca de 4000 m² donde está distribuida en las secciones de perfiles, boquillas, material de empaque, desecho, laminado, producto nacional y producto listo para exportar, cabe mencionar que está a cargo del departamento de logística, que en coordinación con el departamento de producción, se encargan de mantener la existencia de la materia prima necesaria, pues después de la solicitud de adquisición de materia prima a Italia el producto tarda cerca de un mes en llegar a la planta.

En la figura 1.7 se observa el film colocado y ajustado a lo largo de la máquina BAG, la cual se detalla en la sección siguiente, este film ya viene impreso de Italia. Este rollo permite la elaboración de entre 2500 y 4000 envases.

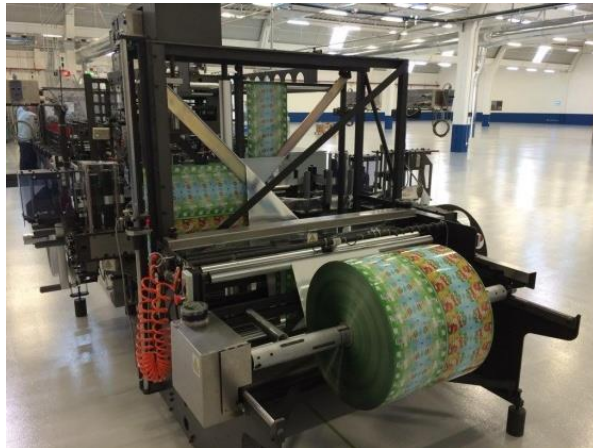


Figura 1.7. Sección de desenrollo del film en la máquina BAG.

Siguiendo el proceso en la figura 1.8, se observan los rollos de fondo, esto son la base del empaque y permite que se sostenga verticalmente; estos fondos al igual que con el film principal, son desenrollados y tensados automáticamente por el equipo.



Figura 1.8. Sección de los rollos de fondos.

En una sección posterior el film es cortado por la mitad y una de las partes viaja por la parte de los rodillos superiores de la máquina y la otra mitad lo hace por la parte de los rodillos inferiores y estas dos secciones del film se vuelven a encontrar más

adelante en el proceso para ser soldadas junto con los fondos como se muestra en la figura 1.9.



Figura 1.9. Sección de los rollos de fondos.

En la figura 1.10, se observa donde se soldán las dos partes del envase junto con el fondo, la primera sección (flecha roja) sella los fondos del envase transmitiendo calor y presión durante un lapso de tiempo, luego en seguida son enfriados (flecha azul) para continuar su proceso.



Figura 1.10. Sección de sellado de fondos.

Luego de haberse sellado los fondos del envase, el proceso continua hasta donde se soldán los laterales del envase de la misma manera en que fueron soldados y enfriados los fondos, en este punto del proceso se requiere por parte del operador que haga una correcta calibración de las barras de sellado, pues podrían salir desalineados los sellos y luego se presentaría problemas de fugas cuando se sometan unas muestras a pruebas de presión. Las temperaturas de soldado y enfriamiento que se aplican son variables, las barras encargadas de esto se muestran en la figura 1.11.



Figura 1.11. Sección de sellado de laterales.

Ahora se llega a la sección de la máquina BAG donde se recorta y troquelean los bordes del envase, primero una fila de cuchillas se encarga de hacer cuatro columnas de empaques y posteriormente, entrará a la sección conocida como la espada, que se encarga de cortar las largas columnas de envases en envases individuales, después de este punto avanzará aún más y se acerca a terminar su proceso en la máquina BAG.

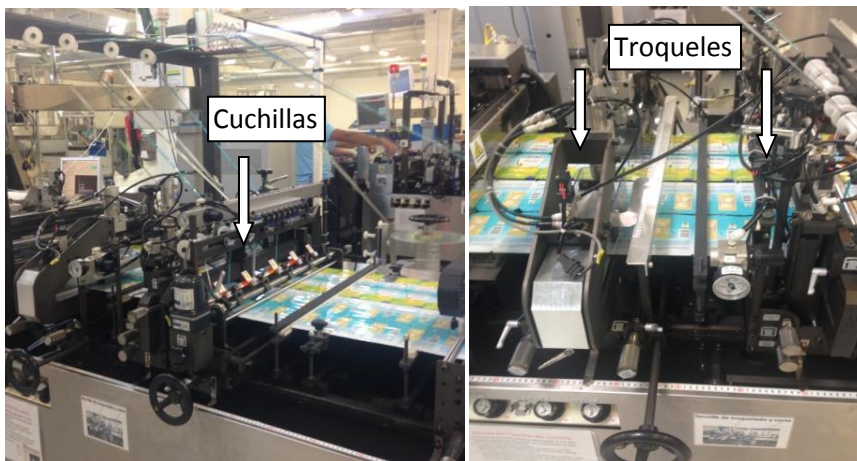


Figura 1.12. Sección de corte.

Luego de ser cortados individualmente llegan a la última sección, el transportador y apilador el cual se encarga de dar los envases en grupos de 25 como se muestra en la figura 1.13 para que los operarios los reciban, les colocan una liga y los pasen a las cajas azules.



Figura 1.13. Sección del apilador.

Una vez terminado el proceso en la máquina BAG se depositan los envases en esas cajas de color azul y serán llevadas a cada uno de los nueve puestos de trabajo de la máquina STRAW.



Figura 1.14. Almacenaje de envases para repartir a la línea STRAW.

Seguidamente y como se muestra en la figura 1.15. El operador de la máquina STRAW recibe la caja con el producto semi-elaborado proveniente de la máquina

BAG, donde se encarga de colocarlo en el apilador de la máquina, el operador debe asegurarse constantemente que la máquina siempre tenga envases en el apilador para tome el envase por medio de un brazo giratorio que tiene dos ventosas en su extremo y por medio de vacío tomarlos para colocarlos sobre la boquillas y continuar el proceso de soldado final entre boquilla y envase.

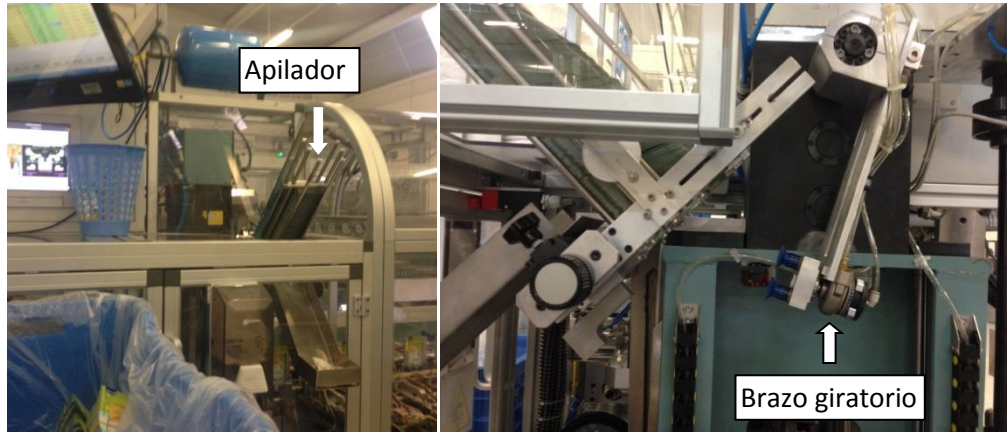


Figura 1.15. Carga de envases en la máquina STRAW.

Junto a lo anterior, el operador de línea STRAW debe asegurar la bolsa que contiene las boquillas y además verificar que si el nuevo producto requiere de otro tipo de boquillas, no queden del tipo anterior en la línea.



Figura 1.16. Deposito de boquillas en la máquina STRAW.

Luego el proceso continúa y el semi elaborado pasa a través de cinco cabezales de sellados encargados de unir por medio de temperatura y presión, el envase y la boquilla, esto completa el proceso de elaboración del envase. Cada uno de los seis cabezales tiene una temperatura distinta donde el cabezal de menor temperatura está a 60 °C el mayor a 90 °C, la presión es variable debido al acabado que se quiere dar al sello. Después de esto lo que resta es ser trasladados a la máquina empacadora por medio del riel que se muestra en la figura 1.17.

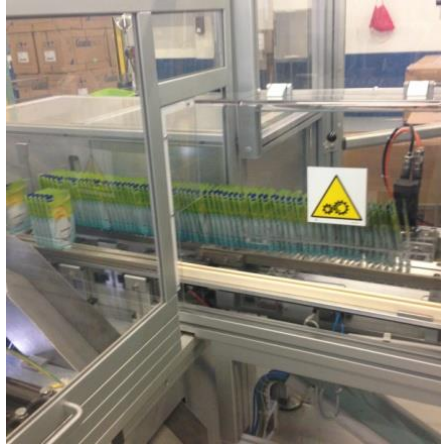


Figura 1.17. Cabezales de sellado y riel de empacadora.

En esta parte del proceso, el envase está listo para ser introducido en las cajas que el operario tiene que armar, cada riel lleva cierta cantidad de envases y en cada caja se empacan con la cantidad que solicite el cliente. En la figura 1.18, se muestra la máquina empacadora.

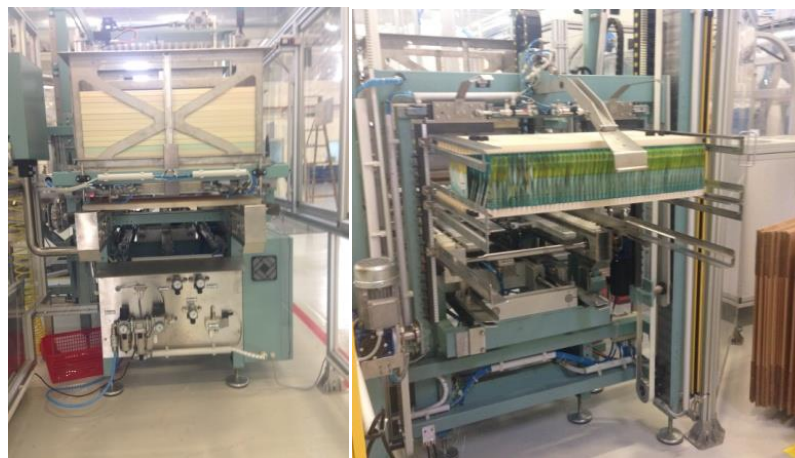


Figura 1.18. Máquina empacadora.

Ya finalizando el proceso, el operador pega la etiqueta en cada caja donde se detalla, entre otras cosas, el tipo de elaborado, el comprador y el país de destino, luego el operador las apila al lado posterior de la máquina empacadora para que sean transportadas por el montacarguista a la bodega.



Figura 1.19. Embalaje de los envases terminados.

Como última etapa, el producto es llevado a la bodega, a la sección de “producto terminado listo para exportar”, si es el caso de algún cliente en el exterior, donde espera por el contenedor que lo transportará hasta el puerto para su embarcación.



Figura 1.20. Embalaje de los envases terminados

Capítulo 2. Reestructuración del plan de mantenimiento preventivo

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

- Alcanzar un programa de mantenimiento preventivo que incorpore todos los parámetros necesarios para mantener un equipo de alta confiabilidad y disponibilidad.

2.1.2. Objetivos específicos

- Diseñar un nuevo plan de mantenimiento preventivo que abarca los puntos de inspección más importantes para el equipo
- Analizar la información del manual del fabricante del equipo, la del fabricante de los componentes y el historial de mantenimiento para estimar los puntos de inspección importantes.
- Priorizar tareas de mantenimiento como resultado de las inspecciones de mantenimiento preventivo
- Diseñar un instructivo con las tareas que se deben realizar así como la frecuencia.
- Establecer un rubro, por mantenimiento preventivo en el presupuesto anual del departamento de mantenimiento, mejor ajustado a los requerimientos de los equipos.

2.2. Alcances

El nuevo plan de mantenimiento preventivo tratará de incluir todas las tareas necesarias que se hayan determinado por parte del fabricante del equipo, los fabricantes de las piezas consumibles, como por ejemplo las ventosas y silicones, tratando de que el tiempo estimado de recambio sea el correcto para evitar cualquier detenimiento de la línea de producción o queja de parte del departamento de calidad. A pesar de lo anterior, el plan se debe mantener bajo análisis constante incluyendo cualquier nueva inspección o sustitución de parte, ya sea por tiempo o ciclos, que se considere necesaria debido a cambios en el equipo o por distantes razones del ambiente operativo, para cumplir con los resultados esperados del nuevo plan de mantenimiento preventivo se requiere de un trabajo de calidad por parte del personal técnico al aplicarlo y proponer mejoras en lo posible.

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Mantenimiento Preventivo

En este tiempo globalizado donde los sistemas productivos deben ser competitivos y deben estar listos para cumplir con los planes de producción programados los cuales son muchas veces muy ajustados debido a la demanda, no se dispone de tiempos muertos de producción para realizar mantenimientos correctivos sin causar un cambio en el plan de producción y una pérdida económica para la empresa. Por ende, para lograr un correcto planeamiento de las intervenciones, deben ser tomados en cuenta los tiempos esperados para que el equipo funcione sin presentar una falla. Esto debe ser considerado a la hora de establecer el mejor programa de mantenimiento con el fin de operar la máquina el mayor tiempo posible pero sin estar afectando su estado o desgastándola de manera peligrosa.

Es por esto, que como parte del proceso de elaboración de un plan de mantenimiento, preventivo se debe coordinar entre los departamentos que conforman la empresa especialmente con el departamento producción para establecer la mejor rutina de inspecciones y que junto con el mantenimiento autónomo que más adelante se detallará sirve para establecer un monitoreo constante de la condición de la máquina y así tratar de acercarse lo más posible a las cero averías, el cual es uno de los objetivos del TPM.

Un plan integral de mantenimiento preventivo no solo debe abarcar tareas de recambio de componentes en el momento justo, debe además incluir revisión de ajustes, lubricación correcta y en el momento justo, inspecciones de componentes vitales, que aunque, no se detallan todos los puntos en un inicio dentro del plan, requiere del sentido común del técnico encargado de realizarlo y del operador de para llegar a obtener un plan que abarque todos los parámetros clave para evitar o minimizar al máximo la falla o degradación del equipo y cualquier otro daño que pudiese ocasionar al operador o al ambiente.

2.3.2. Fases del mantenimiento preventivo

Para que la reorganización y el nuevo plan de mantenimiento preventivo tuvieran una manera clara de dirigirse en su elaboración, se siguieron las etapas propuestas en el libro “TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción”, las cuales se muestran a continuación en la figura 2.1 y establece las seis etapas con sus respectivas actividades. Estas etapas se analizaron para verificar si se cumplían actualmente en la empresa, en caso que se determinará u incumplimiento con cierta actividad, se consideró como necesario para hacer progresar el plan hacia sus objetivos entonces se trabajaba en tal actividad para ir completando las actividades.

<i>Etapas</i>	<i>Actividades principales</i>
1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de registros de mantenimiento • Equipo para mantenimiento planificado • Condiciones de trabajo actuales del equipo • Fijar objetivos (MTBF, MTTR, costes, etc.)
2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal	<ul style="list-style-type: none"> • Validar el mantenimiento autónomo • Corregir puntos débiles del diseño • Contramedidas frente a la repetición de fallos
3. Establecimiento de un sistema de control de la información	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de la situación actual de partida • Establecer un sistema de control de datos de fallos • Establecer sistema de control del mantenimiento. • Sistema de control del presupuesto de mantenim. • Sistema de control de piezas de repuesto/material • Establecer un sistema de control de la tecnología
4. Establecimiento de un sistema de mantenimiento sistemático	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del equipo o componentes • Planificación del mantenimiento • Estandarización del mantenimiento • Control del progreso
5. Establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de equipo y condición a medir • Técnicas de diagnóstico adecuadas • Desarrollar nuevas tecnologías de diagnóstico
6. Evaluación del mantenimiento planificado	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el sistema de mantenimiento planificado: número de fallos, frecuencia de fallos, MTBF, MTTR, ahorro de costes de mantenimiento, etc.

Figura 2.1. Etapas para la implantación y evaluación del plan de mantenimiento preventivo. Fuente libro “TPM Hacia la competitividad a través de los equipos de producción”.

2.3.3. Descripción y características de los equipos

En esta sección se hace una breve descripción de los equipos instalados y necesarios para que el proceso productivo se pueda llevar a cabo de manera satisfactoria, y de los cuales forman parte del plan de mantenimiento preventivo, A pesar que el plan se centra en dos tipos de equipos fundamentales, se han considerado actividades de mantenimiento para todos los equipos descritos a continuación pues son activos valiosos tanto económicamente como del punto de vista de la confiabilidad que le dan al proceso al poder contar siempre con su disponibilidad.

Se inicia con las dos bombas de vacío que se muestran en la figura 2.2, necesarias para producir la succión de las máquinas STRAW, las cuales se utilizan para la sujeción del envase por medio de las ventosas. Estas bombas funcionan alternativamente, por lo que una sola bomba puede abastecer el vacío necesario para los nueve equipos STRAW.



Figura 2.2. Bombas de vacío.

La figura 2.3 muestra dos compresores uno marca BOGE de 75 hp y otro ATLAS COPCO de 50 hp, los cuales son los encargados de proveer todo el aire comprimido para los dos procesos productivos de la planta, proceso BAG y STRAW, estos compresores se encuentran bajo garantía del vendedor, por lo que su intervención será menor por parte del plan de mantenimiento preventivo.



Figura 2.3. Compresores de aire.

En seguida se muestra, en la figura 2.4, el secador de aire marca DONALDSON (izquierda) y el secador marca BOGE (derecha). Ambos equipos se encargan de extraer los contaminantes presentes a la salida del compresor como puede ser humedad, aceite, polvo, entre otras, lo cual afectaría la precisión y vida útil de los componentes.



Figura 2.4. Secadores de aire.

En la figura 2.5, se observa el tanque de almacenamiento de aire comprimido marca SYLVAN; luego de este punto, el aire comprimido viaja por tubería metálica aérea hasta cada una de las nueve máquinas STRAW y las dos BAG.



Figura 2.5. Tanque de aire comprimido.

En la figura 2.6, se muestran dos chiller que se encargan de suministrar el agua de enfriamiento a la que necesitan las dos máquinas pouch making (BAG) para mantener el proceso con temperatura controlada ya que un exceso de temperatura puede presentar daños al laminado. Estos dos equipos se encuentran bajo garantía del proveedor por lo que su intervención por parte del departamento de mantenimiento es muy poca, aun así se consideran sus rutinas de inspección en el plan de mantenimiento preventivo.



Figura 2.6. Chiller 1 y chiller 2 respectivamente.

Ahora se muestra la máquina pouch making machine (BAG), la cual se encarga del formado y sellado del envase que saldrá como semi-elaborado, la empresa cuenta con dos máquinas BAG, las cuales son eje fundamental del proceso; estas forman y soldán el envase en tres lados y puede fabricar a una tasa superior a los 200 empaque por minuto, en esta máquina trabajan en cada turno tres operadores. La determinación de este equipo como clave en el proceso productivo, se puede ver a simple vista, pero para mantener la rigurosidad de los criterios empleados para los equipos anteriores su matriz de criticidad se muestra en el apéndice.



Figura 2.7. Máquina BAG Making.

Por último, se muestra la máquina STRAW, que al igual que la anterior es el otro tipo de máquina clave en el proceso productivo, pues este tipo de máquina se encarga de tomar los envases uno por uno y colocarlo de manera precisa sobre la boquilla para luego ser soldadas en un proceso de seis estaciones de cabezales que transfieren calor y presión al conjunto envase- boquilla, luego los traslada a la empacadora listos para su empaque.



Figura 2.8. Máquina STRAW modelo SPZM1.

A continuación, se muestra en la tabla 2.1 un resumen de los datos técnicos más importantes sobre los equipos que forman parte del proceso productivo, en esta tabla se muestra información como voltaje, potencia y otras capacidades de los equipos.

Código de equipo	Descripción del equipo	Descripción técnica	Marca	Modelo
CA02	Compresor 1	75HP - 480V AC - 3Ø- 324CFM @125psi velocidad variable	Boge	SLF75
CA01	Compresor 2	50HP - 480V AC - 3Ø- 233 CFM @125psi	Atlas Copco	GA37
SA02	Secador aire 1	1.64Kw - 208V AC - 300 CFM	Boge	RA300
SA01	Secador aire 2	1.9Kw - 208V AC - 383 CFM@100psi	Donaldson	DC0650AB
BV01	Bomba vacío 1	3Kw/4HP - 480V AC - 3Ø- 126m3/hr - 24" Hg	PVR Agilent	EU105/b
BV02	Bomba vacío 1	3Kw/4HP - 480V AC - 3Ø- 126m3/hr - 24" Hg	PVR Agilent	EU105/b
CH01	Chiller 1	12HP - 208V AC - 58000BTU/hr - R-404a	Multiaqua	MAC048
CH02	Chiller 2	15HP- 208V AC - 48000BTU/hr - R-404a	Copeland	FFAP-042ZCFV072
TA01	Tanque almacenamiento aire	1040 Gal	Sylvan	V-102
BAGT1	Máquina Bag 1	72.9Kw - 208V AC	Totani	BH-60DLLS
BAGT2	Máquina Bag 2	72.9Kw - 208V AC	Totani	BH-60DLLS
76B	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
77C	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
78D	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
79E	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
80F	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
81G	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
89H	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
90I	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1
91J	Máquina Straw	7HP - 480V AC		SPZM1

Tabla 2.1. Características técnicas de los equipos instalados.

2.4. Diseño del plan de mantenimiento preventivo

Los equipos que se requirieron abarcar en el nuevo plan de mantenimiento preventivo, se determinaron basados en que el programa de planeamiento de producción cuenta siempre con la disponibilidad de ellos y en un criterio cuantitativo para el cual se decidió aplicar la guía práctica para estimar criticidades, mostrada en el libro *“Manual de Mantenimiento”* de *Alejandro J. Pistarelli*. La “Matriz de Criticidad”, que se muestra en la figura 2.9, pretende dar una medida de lo crítico que sería una falla en unidades como equipos, conjunto de equipos o procesos productivos completos, los resultados de esta evaluación a los todos los equipos descritos en la sección anterior se adjunta en el anexo 1.

MATRIZ DE CRITICIDAD					
Factor	Peso	Impacto			P x I
1. Seguridad y Medio Ambiente	10	Si hay riesgo=10		Si no hay riesgo=0	
2. Producción	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	
3. Calidad	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	
4. Pérdidas/ Daños	5	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	
5. Equipos Redundantes (Stand-by)	4	Si existe=0		Si no existe=10	
6. Régimen de Marcha	3	Continuo=10		No Continuo=0	
7. Frecuencia de Fallas	3	> 6 fallas/año=10	>2 fallas/año= 5	< 2 fallas/ año=0	
8. Equipos de Reserva	2	Si existe=0		Si no existe=10	
9. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	2	< 2 horas=1	2 a 4 horas=4	4 a 8 horas=7	>8 horas=10
CRITICIDAD= Sumatoria (Peso x Impacto)					Σ
Mayor o igual a 160=A					
De 100 a 159= B					
Hasta 99=C					

Figura 2.9. Formato utilizado para estimar criticidades de equipos o procesos.

En seguida se muestran los dos equipos que obtuvieron mayor valor de criticidad de donde se puede observar en la figura 2.10 y figura 2.12 que el valor obtenido para el proceso BAG es de 318 y el proceso STRAW es un poco menor a este con un valor de 267, esto se debe a que las perdidas en un equipo de STRAW el cual procesa por minuto una cantidad muy inferior que hace el equipo BAG, además que una recalibración en la máquina BAG implica perder al menos 9 metros de longitud del film lo que equivale a aproximadamente 180 envases perdidos.

MATRIZ DE CRITICIDAD PROCESO BAG						
Factor	Peso	Impacto				P x I
1. Seguridad y Medio Ambiente	10	Si hay riesgo=10		Si no hay riesgo=0		0
2. Producción	7	Alto= 10	Medio= 5		Bajo= 0	70
3. Calidad	7	Alto= 10	Medio= 5		Bajo= 0	70
4. Pérdidas/ Daños	5	Alto= 10	Medio= 5		Bajo= 0	50
5. Equipos Redundantes (Stand-by)	4	Si existe=0		Si no existe=10		40
6. Régimen de Marcha	3	Continuo=10		No Continuo=0		30
7. Frecuencia de Fallas	3	> 6 fallas/año=10	>2 fallas/año= 5		< 2 fallas/ año=0	30
8. Equipos de Reserva	2	Si existe=0		Si no existe=10		20
9. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	2	< 2 horas=1	2 a 4 horas=4	4 a 8 horas=7	>8 horas=10	8
CRITICIDAD= Sumatoria (Peso x Impacto)						Σ 318
Mayor o igual a 160=A						
De 100 a 159= B						
Hasta 99=C						

Figura 2.10. Matriz de criticidad para el proceso de BAG.

Cabe aclarar que este se tomó como un proceso, pues, a pesar de contar con dos máquinas iguales, están ajustadas para la fabricación de dos distintos formatos por lo que habilitar el equipo que elabora envases en dos pistas, (cantidad de empaques estampados en la superficie del rollo), a uno que elabora en cuatro pistas, llevaría cerca de 8 horas lo cual no es práctico. Además, los rodillos de tracción que se muestran en la figura 2.11 sufren un desgaste de acuerdo al tamaño del rollo lo que implicaría que el film no sea tensado de manera uniforme en todo su ancho lo cual provoca defectos en los envases como arrugas en los bordes o pérdida de la geometría, lo cual desembocaría en producción que no se puede entregar al cliente.

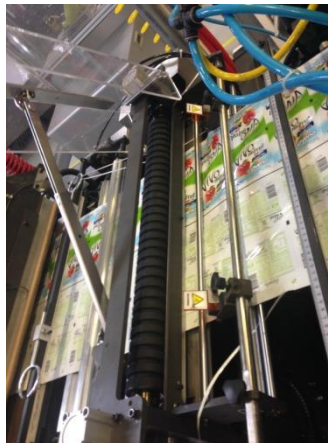


Figura 2.11. Rodillos de tracción de la máquina BAG.

MATRIZ DE CRITICIDAD MÁQUINA STRAW						
Factor	Peso	Impacto				P x I
1. Seguridad y Medio Ambiente	10	Si hay riesgo=10		Si no hay riesgo=0		0
2. Producción	7	Alto= 10	Medio= 5		Bajo= 0	70
3. Calidad	7	Alto= 10	Medio= 5		Bajo= 0	70
4. Pérdidas/ Daños	5	Alto= 10	Medio= 5		Bajo= 0	25
5. Equipos Redundantes (Stand-by)	4	Si existe=0		Si no existe=10		20*
6. Régimen de Marcha	3	Continuo=10		No Continuo=0		30
7. Frecuencia de Fallas	3	> 6 fallas/año=10	>2 fallas/año= 5		< 2 fallas/ año=0	30
8. Equipos de Reserva	2	Si existe=0		Si no existe=10		20
9. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	2	< 2 horas=1	2 a 4 horas=4	4 a 8 horas=7	>8 horas=10	2
CRITICIDAD= Sumatoria (Peso x Impacto)						Σ 267
Mayor o igual a 160=A	* Se decidió una valoración intermedia en el impacto del punto 5 ya que en algunas ocasiones alguno de los nueve equipos STRAW puede estar detenido porque la producción se puede obtener con ocho o siete equipos.					
De 100 a 159= B						
Hasta 99=C						

Figura 2.12. Matriz de criticidad para los equipos STRAW

Los valores obtenidos son más que suficientes para establecer que ambos equipos BAG y STRAW deben ser el objeto principal del plan de mantenimiento preventivo de la empresa.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a seguir un plan donde se detallan las etapas, para lograr el objetivo de un nuevo programa de mantenimiento preventivo, que después de analizar cada una de las etapas, se estimó si ya se cumplía los puntos estipulados y en qué porcentaje se encontraban actualmente, es necesario aclarar que algunas etapas ya sea por consideraciones económicas, por políticas de la empresa o analizando si la etapa se adaptaba realmente a la necesidad de la planta, algunos puntos de estas fueron omitidos; posteriormente se estimó el nivel de aplicación en cada punto. En la figura siguiente, se observa el nivel de mantenimiento considerado al día 19 de Diciembre del 2014, en una reunión con el señor gerente de planta Alberto Rodríguez y el gerente de mantenimiento el señor Federico Monge. Las estimaciones se basaron en su conocimiento, en los procedimientos, registros y documentos empresariales con se contaba hasta ese momento.

Etapa	Actividades principales	Estado de partida (%)
1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo	A. Disponer de registro de mantenimiento	50
	B. Equipo para mantenimiento planificado	50
	C. Condiciones de trabajo actuales del equipo	90
	D. Fijar objetivos (MTBF,MTTR, costes, etc)	100
2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal	A. Validar el mantenimiento autónomo	50
	B. Corregir puntos débiles del diseño	70
	C. Contramedidas frente a la repetición de fallos	40
3. Establecimiento de un sistema de control de la información	A. Comprensión de la situación actual de partida	100
	B. Establecer un sistema de control de datos de fallos	50
	C. Establecer un sistema de control del mantenimiento	50
	D. Sistema de control del presupuesto de mantenimiento	100
	E. Sistema de control de piezas de repuesto/material	60
	F. Establecer un un sistema de control de la tecnología	65
4. Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico	A. Selección del equipo o componentes	100
	B. Planificación del mantenimiento	70
	C. Estandarización del mantenimiento	50
	D. Control del progreso	60
5. Establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo	A. Selección de equipo y condición a medir	-----
	B. Técnicas de diagnóstico adecuadas	-----
	C. Desarrollar nuevas tecnologías de diagnóstico	-----
6. Evaluación del mantenimiento planificado	A. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado: número de fallos, frecuencia de fallos, MTBF,MTTR, ahorro de costes de mantenimiento, etc.	80

Figura 2.13. Evaluación inicial del estado actual del mantenimiento.

Ahora se procede a explicar con qué se contaba en ese momento y qué se realizó para alcanzar el 100 %, o el resultado adecuado para confiar en que la situación ha sido analizada de manera correcta y su valor es suficiente para dar por completado el punto en cuestión.

2.4.1. Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo

En el análisis de esta primera etapa, se determinó que los registros de equipos que se disponían no estaban correctos, pues no mantenían un mismo formato y la información que contenían no era suficiente para conocer los parámetros importantes

de la máquina y tampoco las intervenciones de mantenimiento realizadas a cada de ellas. Además, se registran las inspecciones y algunas pocas fallas que no permiten conocer, cuando se realizaba el pareto de fallas mensual y el estado de falla verdadero de los equipos; por tanto, se propuso un nuevo formato que abarcara más detalladamente el tipo de falla para poder enfocarse en su análisis de causa. En la figura 2.14 se muestra un nuevo pareto con más puntos que permiten centrar su atención sobre un punto específico del equipo.

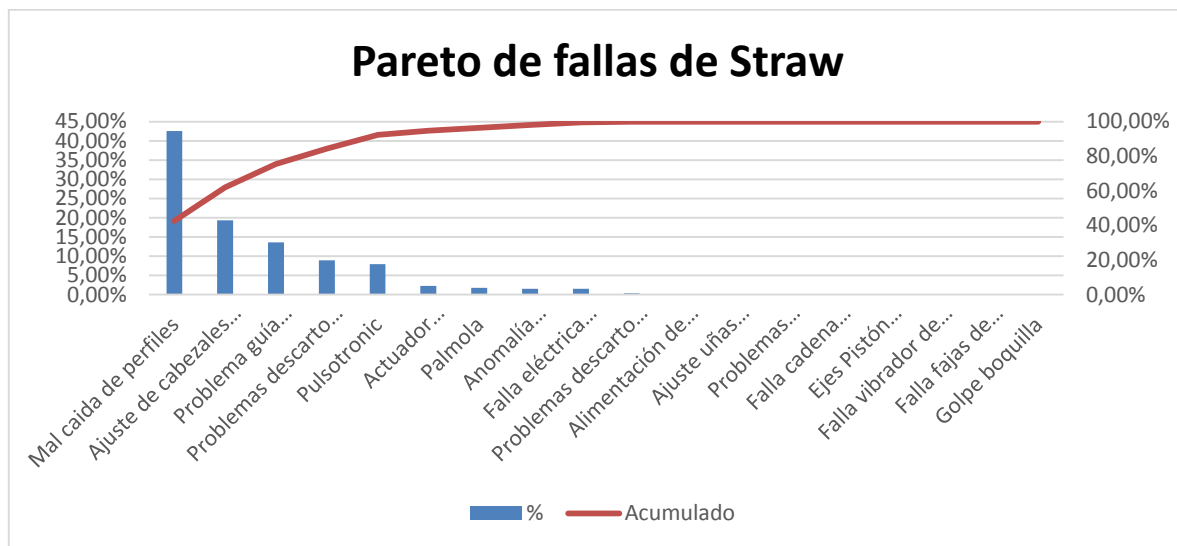





Figura 2.14. Pareto de fallas que abarca los puntos importantes del equipo STRAW

Además, se determinó que si se lleva un control adecuado de los índices de mantenimiento como el MTTR y MTBF además de usar otros como *eficiencia de la energía eléctrica en el proceso de producción*, el cual se calcula como sigue se muestra en la ecuación 2.1:

$$EEEEPP = \text{Demanda eléctrica en KW} \cdot \text{h} / \text{Millones de piezas totales producidas} \quad (2.1)$$

Por último, para esta etapa se observó que los registros de inspecciones periódicas no se llevaban en forma ordena y tampoco incluían los puntos necesarios para conocer el estado real del equipo.

Por lo anterior, se decidió que se debía mejorar el nivel de inspecciones y organizar de manera eficiente toda la información de cada equipo desde su ficha técnica hasta todo el historial de mantenimiento preventivo y correctivo que se le hubiera realizado. En la figura 2.,e muestra una de las fichas técnicas de una máquina STRAW que se incluyeron como parte de la información técnica que debe estar disponible para consultas. En esta se detallan, los aspectos más importantes como el tipo de lubricante para cada parte de la máquina.

FICHA TECNICA MÁQUINA SPMZ1 STRAW							
Documento	Ficha Tecnica de Equipos STRAW		Fecha	mar-15			
MAQUINA	STRAW 79E	UBICACIÓN	Planta de produccion Gualapack CR				
FABRICANTE	FLEXTech	AREA	Produccion				
MODELO	SPZM1	INSTALACION	Setiembre del 2013				
NUMERO DE SERIE	626	ACTIVO NO.	79E				
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO	6000 kg aprox	ALTURA	2200 mm	ANCHO	1130 mm	LARGO	3400 mm
CARACTERISTICAS TECNICAS							
VOLTAJE DE ENTRADA	480 VAC/3FASES						
TENSIONES DE TRABAJO	380 VAC- 24VDC						
CORRIENTE MAXIMA	10 A						
FRECUENCIA	60 Hz						
POTENCIA REQUERIDA	5.22 kW						
PRESION DE AIRE	0.6 MPa (6 bar)						
VACIO	25 kPa						
VELOCIDAD DE SELLADO	52 EMPAQUES/MIN						
MOTOR							
CODIGO	NBV145301552813644						
POTENCIA	3.93 kW						
TORQUE	15.0 Nm						
FABRICANTE	PARKER EME						
FUNCIÓN							
Soldar mediante un proceso de presión y transferencia de calor las boquillas y los empaques a una velocidad de 60 empaques/min.							
MANUALES Y REFERENCIA		UBICACIÓN					
Manual de Uso y Mantenimiento		Taller de Mantenimiento					
Electrical Drawings		Taller de Mantenimiento					
LUBRICACIÓN							
UBICACIÓN	LUBRICANTE	GRADO	GRASA TIPO				
Motorreductores Gatos elevadores Tornillos, Cojinetes de bolas,Guías lineares,Cadenas ,Junta cardan		32	Grasa multifuncional para industria alimenticia				
							

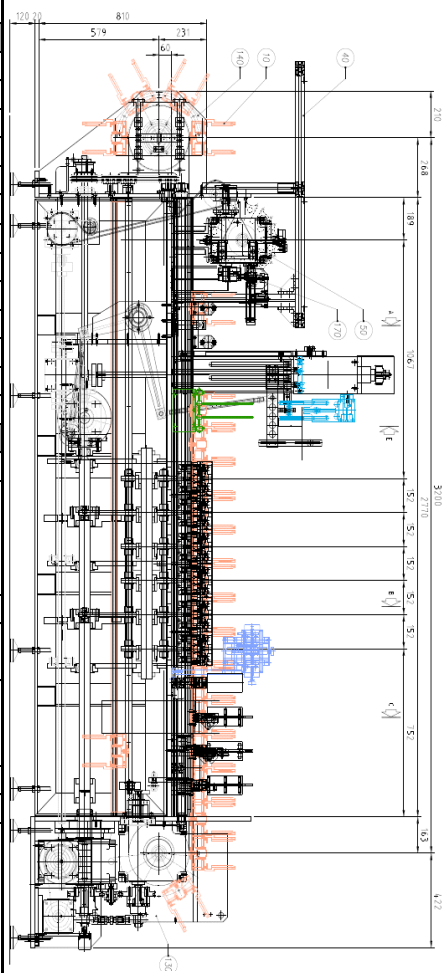


Figura 2.15. Ficha técnica de un equipo STRAW.

Para mantener de una manera accesible y ordenada la información de los equipos, se procedió a registrar toda la información escrita en archivadores según el código del equipo, donde se pudiera llevar el control de la información impresa que se genera en la planta por los equipos, como por ejemplo los registros de

mantenimiento autónomo, los de mantenimiento preventivo y correctivo que más adelante se detallan.



Figura 2.16. Archiveros según código de equipo.

2.4.2. Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal

En esta segunda etapa se busca llevar el equipo de producción hacia un estado de máxima disponibilidad y confiabilidad, para ello, se analizaron los tres puntos que señala el autor como validar el mantenimiento autónomo (este punto no se tratará en esta sección ya que se ahondará con más detalle en el capítulo referente a ello); siguiendo con otra necesidad que se establece, la de corregir puntos débiles del diseño en la empresa se siguen y se implementan las mejoras hechas por la casa matriz, además de algunas modificaciones propias de Gualapack Costa Rica entre las que se puede citar nuevo diseño del apilador de envases en las máquinas STRAW, lo cual mejora el agarre por parte del brazo cargador.

El punto de contramedidas frente a la repetición de fallas se analiza más detalladamente en la sección 2.7 y brinda una explicación sobre las medidas que se están implementando para eliminar las fallas.

2.4.3. Establecimiento de un sistema de control de la información

Inicialmente, se propuso la idea de implementar una base de datos para el control de paros. a empresa usa actualmente un sistema de base de datos llamado **smeup**, principalmente para la gestión interdepartamental de producción y logística, la cual es capaz de gestionar los tiempos de inactividad del equipo y asociarle un tipo de causa a cada uno de ellos; además, es capaz de llevar el conteo del desperdicio lo cual es un dato muy valioso a la hora de calcular indicadores como el *Rendimiento operativo*, *Índice de calidad* y *Eficiencia global del equipo*, los cuales se describen a continuación:

Disponibilidad operacional:

$$D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}, \quad \text{donde MTBF: Tiempo medio entre fallas} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

MTTR: Tiempo medio para reparación

Rendimiento operativo:

$$R = \frac{CP_o}{T_o * C_N}, \quad \text{donde } T_o: \text{Tiempo disponible para operar} \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

CP_o: Cantidad real producida en T_o

Índice de calidad:

$$I_c = \frac{T_{EP}}{T_{EP} + T_R}, \quad \text{donde } T_{EP}: \text{Tiempo efectivo de producción} \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

T_R: Tiempo necesario para rehacer
la cantidad de piezas defectuosas
en el tiempo T_o

donde el primero está formado por los KPI más utilizados en la industria como es el MTBF y el MTTR, este indicador permite conocer el porcentaje de tiempo en que la máquina o toda la línea de producción estuvo disponible para producir en las

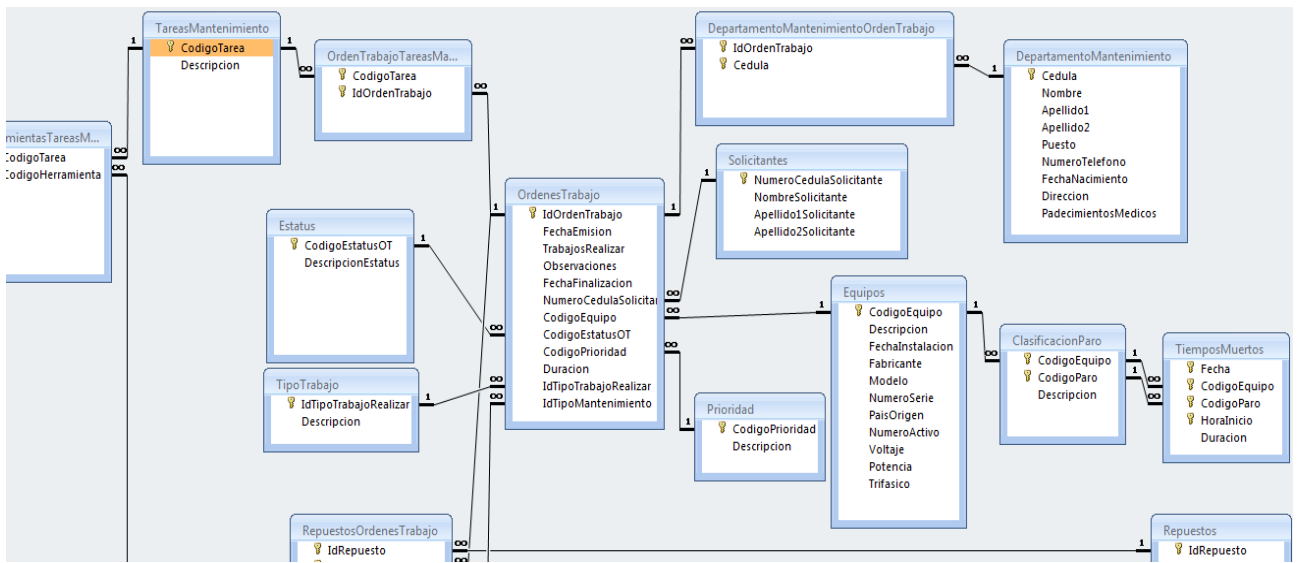


Figura 2.17a. Estructura de las tablas para la base de datos.

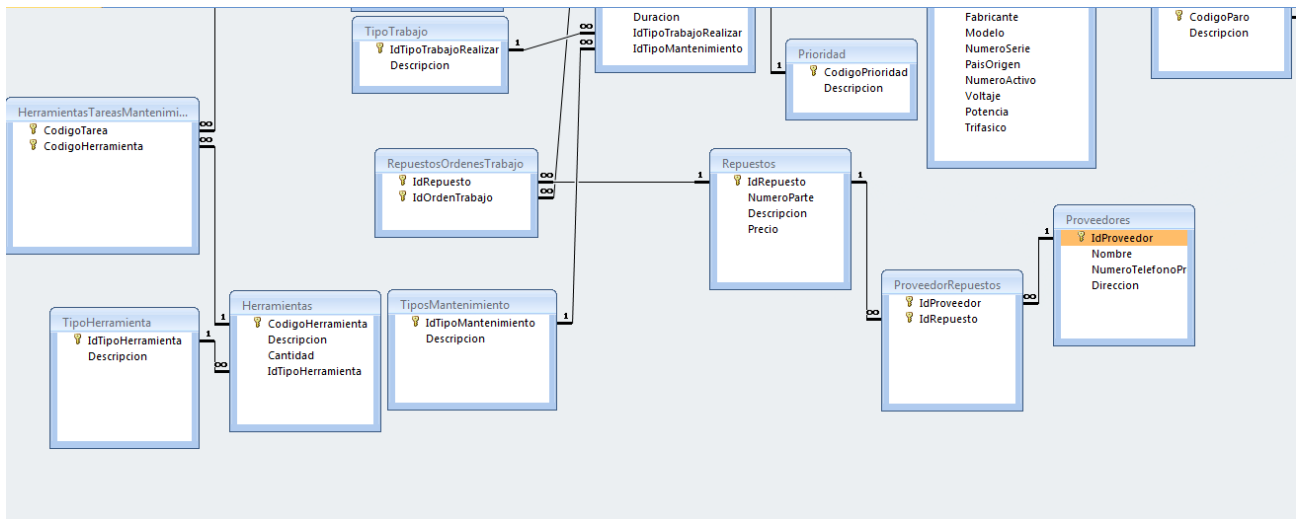


Figura 2.17b. Estructura de las tablas para la base de datos.

2.4.4. Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico

Es en esta etapa donde se centra la mayor parte del trabajo realizado, pues se quiere contar con un nuevo plan de mantenimiento que contemple la mayor cantidad de puntos de inspección susceptibles a fallos o desajustes que provocan el detenimiento del equipo o problemas de calidad. Este trabajo requirió de investigar toda la documentación técnica de los equipos, como los manuales del fabricante, en la figura 2.18a y figura 2.18b se muestran parte de la documentación técnica que se uso para analizar los puntos que se debían incluir en las inspecciones periódicas.

El mantenimiento preventivo requiere, entre algunas otras cosas, para su éxito en la hora de ponerlo en práctica, de una adecuada comunicación interdepartamental, donde se puedan gestionar medidas para prolongar el estado ideal del equipo que se demanda para obtener los productos esperados. En consecuencia, se requiere estudiar toda la información que sea posible para que el plan de mantenimiento sea adecuado y cumpla su objetivo, por lo que esto lleva a buscar información y datos estadísticos de los equipos donde se pueda obtener información confiable sobre los mismos, especialmente los desgastes y fallas más comunes bajo ciertas condiciones de uso, que por lo general se escapan de los manuales del fabricante, ya sea por el ambiente en que se realiza la operación del equipo o por el tipo de materia prima utilizado o desgaste según el tipo de producto elaborado.

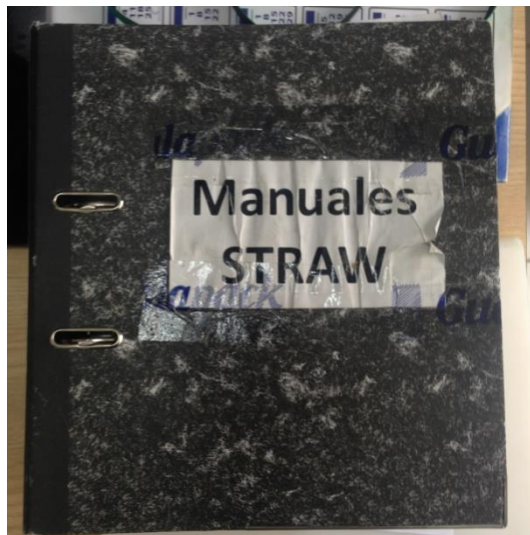


Figura 2.18a. Manual de la máquina STRAW.

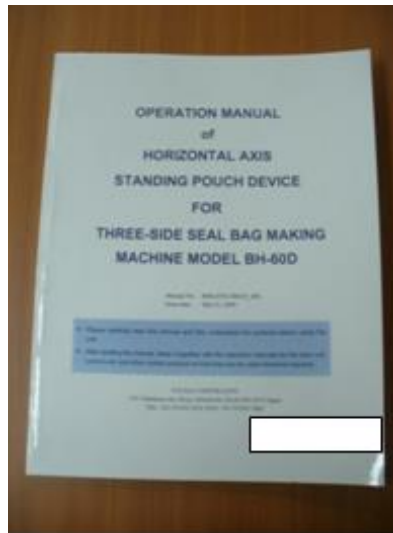


Figura 2.18b. Manual de la máquina BAG Making.

Por ser esta una empresa con cerca de dos años de haberse instalado en el país y haber comenzado a fabricar todo el proceso actual hace aproximadamente un año, el departamento de mantenimiento no cuenta con el tiempo suficiente de conocimiento y operación del equipo para determinar específicamente todos los puntos importantes de revisión por medio de estadísticas confiables; por ende, se solicitó información a una empresa de la misma compañía del grupo situada en los Estados Unidos, de la cual respondieron sobre los puntos más importantes a la hora de realizar el mantenimiento de las máquinas STRAW las cuales son del mismo tipo empleado en Costa Rica. En la figura 2.19, se muestra una indicación suministrada por esta última compañía sobre el cambio frecuente de las cuchillas y la forma en cómo hacerlo correctamente para la máquina BAG Making y en la figura 2.20 se observa una indicación sobre el cambio y ajuste de las ventosas en las máquinas soldaduras de los empaques.

Slitter Blade Replacement

6. If blade has an unused edge, return it to the slitter holder with the unused edge in the position shown below. If all 4 edges have been used, dispose of the blade in a blade bin at the QA station and replace with a new one.



5.4W037 RevA

Reference Only - Master is Electronic

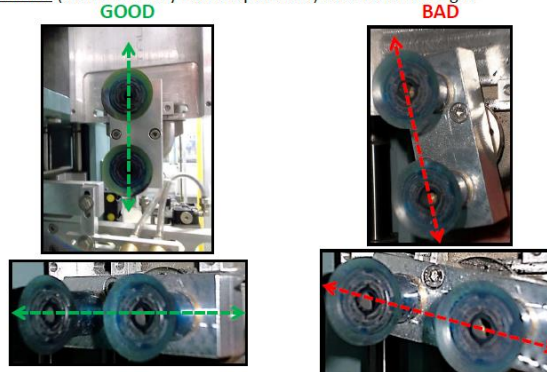
6

Figura 2.19. Instrucciones dadas para el cambio de cuchillas.

Pick and Place Alignment Wk. Instr.

Position of picker cups:

- When in the vertical position, the *picker suction cups/rotary actuator* should be straight up and down (home and fully rotated positions) and not at an angle.



- When in the horizontal position, the *picker suction cups/rotary actuator* should be straight across (home and fully rotated positions) and not at an angle.

4.7W007 Rev. B

Reference Only-Master is Electronic

7

Figura 2.20. Instrucciones dadas para la verificación de las ventosas.

Otra punto en que se apoyó el plan de inspecciones fueron los registros de producción donde, desde el inicio de operaciones de la planta, se detallaba cualquier paro en la línea ya sea por problemas relacionados específicamente al departamento de producción o por fallas en los equipos, de acá se pudieron extraer las fallas menores más recurrentes ya que este tipo de reparaciones son muy breves y no se

realiza orden de trabajo por lo que no se ven reflejadas en los registros de mantenimiento, un ejemplo de estas falla son las ventosas que no sujetaban adecuadamente el envase por desgaste excesivo. En la figura 2.21, se muestra una hoja de un reporte de producción diario de la máquina STRAW donde se señala “problemas palmola” , “guía boquillas” y “mal caída de perfiles”, los anteriores son tres tipos de problemas que presento el equipo ese día.

Gualapack								FORMULARIO EMPRESARIAL			Máquina		
								MÓDULO DE PRODUCCION STRAW			Máquina		
DETALLE DE INACTIVACIONES DE LA MAQUINA													
hora	hora	minutos	cantidad	nota	REACCION	OPORTUNIDAD	FMT	hora	cantidad	hora	cantidad	hora	cantidad
Inicio	Fin				Costo/tyr	Costo/tyr	Costo/tyr						
2:00	01:30	150	130										
01:35	01:40	5	165	Paro Programado									
02:20	02:50	30	179	Problema Palmola									
03:10	03:50	40	173	Puchos inicio									
04:15	04:45	30	152	Guia boquillas									
04:55	05:30	35	173	Empaquetiz.									
				Comida									
				Mal Caída Perfiles									
Total				290									

CAUSAS DE INACTIVACIONES DE LA MAQUINA				Minutos	Nº
I01 = Inactivación de sistemas					
I10 = Falta de material/Cambio sistema				5	
I11 = Falta de lubricación					
I20 = Falta de personal					
I30 = Inactividad programada				150	
I40 = Advertencia de sistema					
I50 = Averías de sistemas					
I61 = Calibración de sistemas					
I62 = Falta de control				30	
I63 = Falta de cable					
I64 = Sustitución de cables/controlador					
I65 = Sustitución de cables/controlador					
I66 = Cambio de sistema					
I67 = Cambio de sistema					
I70 = Falta de material					
I71 = Falta de material					
I72 = Falta de material					
I73 = Anormalidad de empacadora				75	
I74 = Anormalidad de empacadora				30	
I80 = Selección de material					
I81 = Selección de material					
I82 = Selección de material					
I83 = Selección de material					
I84 = Selección de material					
I85 = Selección de material					
I86 = Selección de material					
I87 = Selección de material					
I88 = Selección de material					
I89 = Selección de material					
I90 = Selección de material					
I91 = Selección de material					
I92 = Selección de material					
I93 = Selección de material					
I94 = Selección de material					
I95 = Selección de material					
Total				290	

CAUSAS DE DESPERDIO DE MATERIA				Unidades
M10 = Acoplamiento				
M20 = Acoplamiento				
M30 = Impresión				
M40 = Impresión				
M50 = Impresión				
M60 = Impresión				
M70 = Impresión				
M80 = Impresión				
M90 = Impresión				
Total				

CAUSAS DE DESPERDIO DE PRODUCCION				Unidades
P01 = Control de calidad				
P10 = Control de calidad				
P20 = Control de calidad				
P30 = Control de calidad				
P40 = Control de calidad				
P50 = Control de calidad				
P60 = Control de calidad				
P70 = Control de calidad				
P80 = Control de calidad				
P90 = Control de calidad				
Total				

Figura 2.21. Hoja de reporte de producción.

A la información anterior se le debe sumar la manejada por los registros de mantenimiento y los puntos que el personal técnico indicó como importantes de considerar pues observaban puntos débiles de la máquina que debían ser monitoreados con cierta frecuencia. Por tanto, todo lo anterior ayudó a conformar un plan de mantenimiento preventivo que considerara los aspectos que por motivos de

naturaleza de los componentes, por diseño de fabricación o del entorno productivo deben ser controlados para mantener el estado ideal del equipo.

2.4.5. Establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo

Esta es una etapa posterior al plan de mantenimiento preventivo y requiere primero que se establezca firmemente el mantenimiento preventivo antes de dar paso a un programa de mantenimiento predictivo. Además de las consideraciones económicas que conlleva el desarrollar este tipo de mantenimiento no solo en cuanto al equipo por adquirir y su grado de exactitud, sino también considerando la capacitación requerida por el personal técnico en caso de que la empresa lo quiera realizar por cuenta propia, que por la cantidad de equipos y puntos de inspección se considera que sería lo mejor.

2.4.6. Evaluación del mantenimiento planificado

La evaluación del nuevo plan de mantenimiento preventivo deberá verse reflejado en los indicadores de mantenimiento como el MTTR y el MTBF, que se lleva control de ambos, se espera observar una mejora en estos indicadores en los próximos reportes mensuales que realiza la gerencia.

2.5. Costos de implementar el plan de mantenimiento preventivo

La técnica del mantenimiento preventivo estable, según Alejandro Pistarelli en su libro *“Manual de Mantenimiento”*, como uno de sus fundamentos *“reparar un ítem o reemplaza sus componentes en forma periódica, sin importar su estado de condición*

al iniciar la intervención, y bajo la hipótesis de que el patrón de fallas que rige su comportamiento tiene un periodo de vida útil conocido....” De lo anterior se entiende la importancia de estimar de manera correcta los tiempos de recambio para evitar un despilfarro de los recursos de la empresa. Si se aplica un programa de mantenimiento preventivo con una organización adecuada y considerando correctamente los tiempos de recambio de las piezas y componentes de los equipos, es posible planear las acciones con una manera anticipada que permite gestionar los recursos necesarios como repuestos, herramientas y el recurso humano para completar las tareas previstas logrando mejoras en los indicadores como por ejemplo el tiempo medio entre fallas (MTBF).

En la tabla 2.1 se han señalado los componentes consumibles y de recambio en los equipos STRAW, los precios son dados en colones y corresponden al mes de Abril; de los componentes citados, el que más se consume son las ventosas, las cuales son las encargadas, junto con vacío a través de estas, de tomar el envase y colocarlo sobre la boquilla.

Tabla 2.1. Elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos STRAW

Componente	Cantidad	Precio(₡)
Grasa industrial sintética grado alimenticio	1 Cartucho/415g	10 200
Lubricante Súper FML-2 Spray	1 envase/ 312 g	8 900
Ventosas de color azul	1 unidad	3 050
Ventosas de color negro	1 unidad	1 500
Teflón de la cabeza de sellado #6	1 unidad	15 000
Actuador neumático (volteador)	1 unidad	45 000
Aceite de transmisión DEMON ATBL	1 galón	18 400
Rodamientos de la banda elevadora	1 unidad	4 000
Aceite de transmisión T-10/50-SP	1 unidad	23 000
Correa de la torreta	1 unidad	4 500

En la Tabla 2.2, se muestra la vida útil estimada de los componentes antes de que estos presenten una falla o pérdida de sus capacidades respectivas, se observa que las ventosas de color negro provocan cambios seguidos en la línea al ser su vida útil tan corta en comparación con los demás componentes. La determinación de esta frecuencia de recambio se basó en los criterios dados en el manual de cada equipo para el caso de engrases y lubricaciones, y para las demás tareas en lo que

recomienda la fabrica del grupo en los Estados Unidos, la cual tiene más tiempo de trabajar con este tipo de máquinas.

Se investigó en busca de información de la vida de las ventosas y el teflón en la página del fabricante respectivo pero esta información no está disponible; además, la vida útil de estos componentes, por experiencia en la empresa, se sabe que está regida, entre otros factores, por la presión de vacío a que se ajuste el brazo de la toma en la máquina STRAW. En la figura 2.22, se muestran los dos tipos de ventosas y el teflón de 8", ambos son elementos consumibles en la máquina BAG y STRAW respectivamente y son parte indispensable en el correcto funcionamiento del equipo.



Figura 2.22. Ventosas y teflón utilizados en la máquina STRAW y BAG.

Tabla 2.2. Tiempo estimado de vida útil o de recambio para equipos STRAW

Componente	Duración (horas de operación)
Grasa industrial sintética grado alimenticio	-----
Lubricante Súper FML-2 Spray	-----
Ventosas de color azul	480
Ventosas de color negro	200
Teflón de la cabeza de sellado #6	500
Actuador neumático (volteamador)	1 000
Aceite de transmisión DEMON ATBL	3 800
Rodamientos de la banda elevadora	3 800
Aceite de transmisión T-10/50-SP	3 800
Correa de la torreta	3 800

En la tabla 2.3, se muestran los precios de los recursos que se emplean en una sola máquina y lo que se debe invertir anualmente en aplicar el mantenimiento a todas las nueve máquinas que conforman la parte de la línea STRAW.

Tabla 2.3. Costo anual de los elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos STRAW.

Componente	Costo anual por máquina (¢)	Costo en toda la línea (¢)
Grasa industrial sintética grado alimenticio	30 600	275 400
Lubricante Súper FML-2 Spray	26 700	240 300
Ventosas de color azul	73 200	658 800
Ventosas de color negro	18 000	162 000
Teflón de la cabeza de sellado #6	90 000	810 000
Actuador neumático (volteador)	45 000	45 000
Aceite de transmisión DEMON ATBL	6 135	55 200
Rodamientos de la banda elevadora	16 000	144 000
Aceite de transmisión T-10/50-SP	23 000	207 000
Correa de la torreta	4 500	40 500

En la siguiente tabla se enlistan los componentes que se necesitan para realizar el mantenimiento preventivo del equipo BAG, además, se agrega una columna que muestra el precio de cada componente en colones.

Tabla 2.4. Elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos BAG

Componente	Cantidad	Precio(¢)
Teflón de 8"	1 rollo / 36 yardas	102 000
Teflón de 20"	1 rollo / 36 yardas	305 000
Silicón de 1/4" x 36" x 36"	1 Lamina	20 300
Grasa industrial sintética grado alimenticio	1 Cartucho/415g	10 200
Lubricante Súper FML-2 Spray	1 envase/ 312 g	8 900
Cuchillas de corte de fondos	12 unidades	10 500
Honeado de cuchilla principal	1 honeado	22 500
Troquel de fondo	1 unidad	15 500
Troquel de lado	1 unidad	13 000
Ligas verdes del conveyor	1 unidad	2 500
Ligas negras del conveyor	1 unidad	1 800
Cambio del filtro de entrada del agua	1 unidad	5 000
Rectificación de los rodillos de tracción	1 rectificación	35 000

Ahora, al igual que en la Tabla 2.2, se da el valor de recambio de los componentes más necesarios que se deben tener en bodega para la hora de realizar el mantenimiento preventivo, la manera en que se determinó la duración en horas de operación fue el mismo que se hizo para la línea STRAW, junto con los reportes del departamento de producción que llevan un recuento cada cuanto tiempo era necesario cambiar algún componente por problemas de calidad.

Tabla 2.5. Tiempo estimado de vida útil o de recambio para equipos BAG

Componente	Duración (horas de operación)
Teflón de 8"	1 920
Teflón de 20"	1 920
Silicón de 1/4" x 36" x 36"	160
Grasa industrial sintética grado alimenticio	-----
Lubricante Súper FML-2 Spray	-----
Cuchillas de corte de fondos	160
Honeado de cuchilla principal	160
Troquel de fondo	1 920
Troquel de lado	1 920
Ligas verdes del conveyor	3 800
Ligas negras del conveyor	3 800
Cambio del filtro de entrada del agua	3 800
Rectificación de los rodillos de tracción	3 800

En la Tabla 2.6, se observa el costo anual en colones para toda la línea de BAG. Se observa que el honeado de cuchillas, el teflón de 20" y el silicón son los tres rubros que contribuyen mayoritariamente en el costo del mantenimiento

Tabla 2.6. Costo anual de los elementos de cambio en el mantenimiento preventivo para los equipos BAG

Componente	Costo anual por máquina (¢)	Costo en toda la línea (¢)
Teflón de 8"	204 000	408 000
Teflón de 20"	610 000	1 220 000
Silicón de 1/4" x 36" x 36"	487 200	974 400
Grasa industrial sintética grado alimenticio	61 200	122 400
Lubricante Súper FML-2 Spray	53 400	106 800
Cuchillas de corte de fondos	126 000	252 000
Honeado de cuchilla principal	540 000	1 080 000
Troquel de fondo	93 000	186 000
Troquel de lado	130 000	260 000
Ligas verdes del conveyor	50 000	100 000
Ligas negras del conveyor	145 800	291 600
Cambio del filtro de entrada del agua	5 000	10 000
Rectificación de los rodillos de tracción	140 000	280 000

Por último, en la tabla 2.7 se muestra el total del costo de aplicarlo en la línea STRAW el cual consta de nueve máquinas para un valor de 2 638 200 colones y el de la línea BAG que es 5 280 800 colones para las dos máquinas, se observa que es un valor mucho más alto que el costo del plan de las nueve STRAW pero esto radica en la cantidad de componentes que requiere mantenerse dentro del rango y de un estado adecuado para evitar problemas de calidad.

Tabla 2.7. Costo total anual del plan de mantenimiento preventivo

Descripción	Costo (¢)
Elementos de cambio para los equipos STRAW	2 638 200
Elementos de cambio para los equipos BAG	5 280 800
Costo horas técnico para realizar MP en los equipos STRAW	335 395
Costo horas técnico para realizar MP en los equipos BAG	211 175
Costo Total del plan de Mantenimiento Preventivo	8 465 570

Finalmente, se estima que el costo total del plan de mantenimiento preventivo ronda los 8 500 000 colones, pero si se compara con el costo de un lote de producción rechazada por un cliente, la pérdida del cliente por defectos de calidad en sus envases o un paro equivalente a un tiempo de dos turnos, este costo es algo muy razonable.

Considerando lo anterior, se trata de mostrar de manera cuantitativa el costo mínimo que ocasionaría el no realizar el mantenimiento preventivo, a pesar de que esto, según los ingenieros consultados, es algo que no se puede cuantificar específicamente pues no se puede asegurar la calidad y los tiempos de entrega en equipos que no sea confiables. Como menciona el ingeniero Enrique Mora de México en el artículo *“El costo de no implementar TPM”* del libro *“Mantenimiento productivo total TPM lecturas escogidas”*:

La moraleja aquí es que por cada semana de retraso en la implementación, el costo de las partes producidas estuvo a casi el doble de lo razonable. En algunas empresas, un efecto así puede representar la pérdida de mercado en forma temporal o definitiva.

TPM es capaz de traer al equipo a una condición igual que cuando era nuevo o aún mejor. No desperdiciemos una oportunidad así, pues el costo de posponer la decisión que tarde o temprano deberemos tomar, podría ser excesivo. Estoy convencido de que por cada día de aplazamiento, tenemos pérdidas incalculables. Los resultados no se dejarán esperar.

Ahora tomando en cuenta el precio promedio de un empaque y su porcentaje por costos de materia prima, energía, y la utilidad respectiva que se obtiene. Si se considera que el tamaño de la orden mínima que se fabrica es de 160 mil empaques, el perder una sola orden de esta cantidad por atraso o defectos de calidad incurriría en una pérdida de 7 200 000 colones, ahora si consideramos una falla en la línea BAG de una duración de un turno se dejaría de producir cerca de 300 mil envases por lo que se dejará de percibir una ganancia de 7 500 000 colones, ambas equivalen a pérdidas que se pueden dar en un día de producción. De lo anterior vemos la importancia de contar con un plan sólido de mantenimiento preventivo que permita anticiparse a las fallas.

2.6. Manual de mantenimiento preventivo

Se diseñó un nuevo procedimiento de mantenimiento preventivo que incluye todos los puntos de inspección recomendados por el fabricante de los equipos, esto se hizo buscando en la documentación disponible en la empresa y otras fuentes de información. La documentación del manual del fabricante incluye los puntos principales de inspección de la máquina para preservar las funciones mayores, pero no abarca las tareas sencillas de inspección de los puntos débiles que también se deben tener bajo vigilancia y que aunque no producirían una falla catastrófica para la máquina incurriría en defectos de calidad, por lo que se decidió tomarlos en cuenta para el nuevo plan de mantenimiento preventivo. Además de la información suministrada por la empresa filial en los Estados Unidos, los datos históricos que se pudieron recabar de los registros de mantenimiento y producción antes citados, conocimiento del personal técnico y la observación realizada de los componentes expuestos a desgaste, permitió poder contar con la información necesaria para elaborar los planes de mantenimiento preventivo. En la figura 2.23, se muestra algunas de las tareas incluidas en una hoja de verificación para la realización del mantenimiento preventivo mensual.

102	Limpie todas las bolsas y suciedad de la parte superior e inferior de la máquina.			
Sistema de aire				
103	Revisar que no hallan fugas en todos los reguladores, manómetros, fittings, y manifolds. Reparar si es necesario.			
104	Hacer limpieza interna de las mangueras de prueba de vacío.			
Cabezas de sellado:				
105	Comprobar el estado de los conjuntos de barra de sellado. Verificar sellos.			
106	Compruebe con el especímetro de 0.15 mm en la cabeza #5. Corregir si es necesario.			
107	Revisar la condición del teflón y limpiar las cabezas de sellado con paño limpio			
108	Limpiar y lubricar todas las clavijas de los pistones de las cabezas. Grasa GSA-6000 H1			
Palletas				
109	Compruebe que todos los montantes de paletas estén bien apretados y centrados. Corregir si es necesario.			
Alimentación de bolsas				
110	Revisar ajuste del brazo y ventosas de la primer toma.			
111	Revise las mangueras de vacío y ventosas de la segunda toma.			

Figura 2.23. Lista de verificación para el mantenimiento preventivo de la máquina STRAW.

2.7. Técnicas de RCM y FMEA para el análisis y eliminación de averías.

Como sugiere la etapa dos de la figura 2.13, el devolver el equipo a su estado ideal requiere de técnicas probadas de eliminación de fallas. Es por eso que se decidió aplicar la técnica de RCM a los dos equipos fundamentales en el proceso productivo, determinados según la matriz de criticidad. Se cita a continuación una de las ventajas que señala *Alejandro Pistarelli* en su libro *Manual de Mantenimiento*, “Relacionar el pilar MP con el RCM es imprescindible. No hay forma de evitar la recurrencia de falla ni minimizar su impacto, si no se aplican tareas costo-eficaces”.

La elaboración de la hoja RCM de ambos equipos requirió la participación del personal que más conocía sobre los equipos, técnicos y operarios, así como del gerente de mantenimiento que aportaba información sobre fallos que le han transmitido desde la casa matriz en Italia. Este fue un procedimiento que requirió de bastante tiempo pues es difícil por las otras funciones que tienen que atender en su trabajo. En la figura 2.24, se muestra una imagen de la hoja RCM elaborada para los equipos BAG.

FUNCION	FALLA FUNCIONAL	SUBPARTE	MODOS DE FALLA	CAUSA	EFEECTO				
1	A	Ventosas, línea de vacío (la presión debe ser de 0.483 psi)	1	Falla intermitente en las bombas de vacío	Referirse a la hoja RCM de bombas de vacío		1	salidas boquillas sin empaque. Incumplimiento del control de calidad y se aumenta el desperdicio	
			2	Lineas obstruidas, fugas en uniones o manguera dañadas (Estraguladas o con agujeros) válvula semicentrada	filtros en mal estado, mangueras con vida útil excedida, mangueras mal colocadas o sujetadas				2
			3	Ventosas dañadas	Superficie de adherencia desgastada por cumplimiento de la vida útil				3
		Transmisión	4	Faja con tensión incorrecta	La faja a excedido su tiempo de operación, mala alineación, mal graduación de la tensión.				4
			5	Chaveta salida o dañada	Fractura por un exceso de torque o mal colocada				5
		Tren de transmisión (poleas, fajas, engranes)	6	Rodamientos de los ejes X y FF están dañados, engranes o chaveta quebrados, desalineados	Falta de lubricación o lubricación incorrecta				6
		Suministro eléctrico	7	motor Num Cod GP-012 dañado o protecciones activadas	El motor se daño por causas de envejecimiento normal o por mala calidad de la energía (picos, armónicos), el motor se vio forzado a una sobrecarga y las protecciones termicas se activaron.				7
	B	Incapacidad total o media de girar los empaques	Actuador neumatico	1	Actuador neumatico no gira, gira menor a los 180 grados o a una velocidad inferior a 200 Rad/s	baja presión en la entrada del actuador- rodamientos del actuador dañados - daño interno	2	Boquillas sin empaque por lo que se descartan boquillas	
	C	Inhabilitación de colocar los empaques de manera precisa (muy abajo o muy arriba)	Ventosas	1	Desajuste en la sincronización del descenso de la biela	Se desajusto la medida de la biela por falta del torque correcto, por lo que no baja lo suficiente o baja en exceso		1	Fugas en los envases, defectos de calidad
				2	Ventosas dañadas- presión de vacío incorrecta	o el ciclo de vida de las ventosas y la regulación de vacío es incorrecta o hay fugas en las mangueras			
		Brazo de ajuste	1	El brazo de ajuste del empaque esta mal calibrado o flojo	Porque el tornillo de fijación de la altura se aflojo o se cambio de tamaño de empaque y no se reajusto a la medida del nuevo empaque				

Figura 2.24. Hoja RCM para la máquina BAG.

Además de la técnica del RCM, se buscaba aplicar un método de análisis sistemático, ordenado e interdepartamental para conocer los causantes, plantear

soluciones concretas y evitar que se presenten en los equipos similares, por ende, enfocó en la técnica de FMEA a cargo de los mandos medios es decir estará a cargo de su elaboración los técnicos de mantenimiento, los técnicos de calidad y los supervisores, esta técnica se aplicará cuando se presente cualquiera de los tres condiciones:

- Fallas recurrentes (la misma falla en varios días)
- Fallas mayores a 30 min
- Solicitud de la gerencia de mantenimiento, producción o calidad.

Después de su elaboración será revisada por el gerente del departamento correspondiente a la falla y el deberá tomar la medida correctiva para erradicar la falla. El formato que se empleo es el que se muestra en la figura 2.25.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS					HOJA		REV N°	FECHA	POR	CR-L-M-000 Pág. 1 de 1						
					de											
PROCESO/COMPONENTE:					LÍNEA:			NÚMERO MÁQUINA:		OPERADOR:						
FECHA DE EDICION:					ACTUAR SOBRE NPR MAYOR A:			REVISIÓN FINAL:								
Nombre del componente 1	Operación/función 2	Modo de falla 3	Efecto de la falla 4	S 5	Causas del fallo 6	O 7	Controles actuales 8	D 9	NPR 10	Acción correctiva 11	Reponsables 12	Acciones Implementadas 13	valoracion S 14	O 15	D 16	NPR 17

Figura 2.25. Formato de hoja FMEA para análisis de fallas.

Capítulo 3. Plan piloto de “5s”

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo general

- Mejorar la productividad reduciendo los costos por pérdidas de tiempo y energía, la seguridad laboral y reducción de desechos mediante la implementación de un método de 5 “s”.

3.1.2. Objetivos específicos

- Implementar la metodología de 5s en dos secciones de la planta.
- Capacitar el personal en el conocimiento de las 5s.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Inculcar el compromiso de seguir procedimientos.
- Mejorar el manejo de inventarios.
- Reducción de desechos y el mejor manejo de la información

3.2. Alcances

La metodología de las 5 “eses” se aplicó a dos secciones de la planta, donde se espera que sirvan como modelo para expandirlo a las demás secciones de la planta de producción y sus departamentos, el plan de 5s conto con dos grupos de trabajo, uno para cada sección, es de mencionar que hubo el apoyo necesario de la alta gerencia para realizar las actividades que envolvía desarrollar esta metodología, base para posteriormente avanzar en el camino del TPM, y en especial el mantenimiento autónomo.

3.3. Marco teórico

3.3.1. Cinco 5s

La metodología de las 5s tiene su origen en Japón, y basa su principio en cinco etapas que son secuenciales en su realización, su nombre proviene del japonés ya que los fonemas de cada una de las etapas inician con un sonido a “S”. Este sistema ha venido implementándose desde hace varias décadas en diversas industrias, pues sus principios son aplicables a cualquier sector productivo e incluso en la vida cotidiana como en nuestro hogar, el automóvil y en los lugares donde permanezcamos y hagamos uso de los objetos a nuestro alrededor podremos aplicar esta metodología. Se dice que las 5s es la base para introducir nuevas tecnologías o variaciones en la forma de trabajo ya fomenta, una disciplina y un cambio de actitud del trabajador hacia su entorno de trabajo.

A continuación, se explicará cada una de las cinco etapas de la metodología.

3.3.2. Seleccionar (Seiri)

En esta etapa se debe seleccionar y remover del lugar de trabajo todos los objetos que no son de uso frecuente, pues el sobre poblamiento del área de trabajo retrasa la efectividad del trabajo y produce una pérdida de tiempo mientras se ubica la herramienta que se necesita. Para lograr esto, algunas veces se recomienda etiquetar los objetos para los que se desea conocer si son necesarios o no en el puesto de trabajo. Este punto fue muy importante en las secciones del taller de mantenimiento y de la línea BAG ya que permitió aumentar el área disponible en los estantes, y el aspecto visual de los mismos.

3.3.3. Ordenar (Seiton)

Una vez que se han removido los artículos innecesarios del puesto de trabajo es necesario colocar los que si se ocupan al alcance del operador o de las personas que usan las herramientas, además estas deben tener una manera de guardarlas después de uso de tal forma que siempre sean ubicadas en el mismo lugar por cualquier persona. El orden ayudará a encontrar más rápidamente las herramientas o los repuestos necesarios al momento que se requieran y facilitará el control de inventario ya que permite observar rápidamente que falta. Para este punto, se

requirió aplicar control visual, se etiquetaron los lugares correspondientes para cada herramienta y repuestos en el taller como en los puestos de trabajo de la línea BAG.

3.3.4. Limpieza (Seiso)

Como menciona Luis Cuatrecasas en su libro TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos “la limpieza de los equipos y otros elementos del área de trabajo será como veremos la base en que se apoyará el Mantenimiento Autónomo”, esto permite que la línea de producción más crítica como se observó en la matriz de la figura 2.10, tenga lista la base para el mantenimiento autónomo, el cual se explica en el capítulo 4, esto también aplica a las herramientas del taller que después de uso y antes de guardarlas es necesario limpiarlas para preservar su estado. La metodología de 5s también trae su parte psicológica y es en esta etapa donde se intenta que el trabajador deje sus problemas cotidianos y el realizar la limpieza sea más bien un acto de relajación. Este etapa es muy importante dedicarle el tiempo diario en la medida correcta para evitar acumulación de suciedad en la máquina BAG y las herramientas del taller así como en sus mesas de trabajo por lo que cada día se debe disponer de cierto tiempo para realizar esta tarea.

3.3.5. Estandarización (Seiketsu)

En este nivel de 5s, la metodología se basa más en establecer un patrón de funcionamiento o de acción para el cumplimiento de las etapas anteriores de manera estricta, pues se requiere que las etapas anteriores sean realizadas en la frecuencia establecida para lograr los resultados que propone la metodología. Para esta etapa, es muy importante que todos los miembros de la línea BAG como del taller sepan realizar todas las tareas de su respectiva área, ya que a pesar de ser un trabajo en equipo en algún momento se podría dar que algún operador se ausente o se incapacite por lo que la tarea de limpieza que él hacia pueda ser realizada por cualquier otra persona.

3.3.6. Disciplina (Shitsuke)

Es importante recocer que el programa de 5s en una empresa no es una campaña de una sola vez o un solo día, si fuera así sus beneficios no serían apreciados y sería solamente una tarea normal de limpieza, como cuando se prepara para la llegada de algún inspector o visita de un cliente a la empresa. Las 5s implica más que solo orden y limpieza, buscan un cambio de cultura o en la forma de ver las máquinas, ya que busca resultados no solo físicos al mantener los equipos y puestos de trabajo limpios y ordenados sino también tiene una parte psicológica sobre el trabajador que busca su compromiso y un vinculo afectivo hacia el equipo que utiliza.

3.4. Selección de áreas para el plan piloto de 5 eses

Para implementar esta metodología se escogieron dos secciones donde se pudiera efectuar con pequeños grupos de trabajo y que fueran secciones con condiciones especiales donde se presentará situaciones de mayor necesidad debido a equipos con fallas recurrentes, uso de herramientas variadas, múltiples equipos o equipos complejos y además que pudieran servir de ejemplo para luego ser implementado en las demás secciones productivas.

Por lo anterior, se optó por la línea BAG donde el grupo de trabajo está formado por dos operarios en cada máquina y esta presenta el mayor tamaño de los equipos donde su limpieza resulta un poco dificultosa y cuenta con muchos puntos donde se requiere una limpieza profunda.

3.5. Capacitación del personal

El programa de cinco eses requirió de dos capacitaciones, una para cada sección donde se implementó el programa. La primera capacitación impartida fue la del personal de la línea BAG, se llevó a cabo en el comedor de la empresa y la asistencia del personal queda registrada en documentos oficiales de la empresa, en la capacitación se explicó el origen de la filosofía cinco eses, como punto de partida para comprender el entorno en que se desarrollo, luego se dieron a conocer los objetivos que se persiguen alcanzar al implementar esta metodología, después se explico los beneficios de aplicarla tanto en la empresa como en el entorno en que se desenvuelven ya que como se sabe esta metodología es aplicable en todo nuestro entorno de vida. El siguiente paso fue explicar lo que se tiene que hacer en cada una de las etapas y como se iba a lograr alcanzar cada etapa.



Figura 3.1. Capacitación del personal de la línea BAG.

Posteriormente, se capacitó al personal del departamento de mantenimiento siguiendo el mismo orden y contenido que se explicó anteriormente, en la figura 3.2 se observa al personal técnico y el auditor (el primero de izquierda a derecha), que velará por el mantenimiento del plan a lo largo del tiempo para que llegue a ser parte de la cultura de trabajo del personal técnico, esta capacitación fue dada en el taller de mantenimiento después de la reunión semanal.



Figura 3.2. Capacitación del personal de mantenimiento.

3.6. Implantación del plan piloto de 5 eses

3.6.1. Propaganda

Como parte del programa de implantación de 5s, es necesario mantener al personal informado y comprometido con las acciones que envuelve cada etapa, es por eso que parte del éxito de un programa que se requiere aplicar esta en la manera que se comunique y se transmita sus puntos al personal; por tanto, se deben aplicar ayudas visuales en los puntos más frecuentados de la planta cerca del personal para mostrar que se intenta realizar un plan que requiere de la colaboración de todos para su exitosa aplicación. En la figura 3.3, se muestran afiches ubicados en una de las pizarras informativas así como en una puerta a la entrada de la planta.



Figura 3.3. Propaganda del programa de “5s”.

En la figura 3.4, se observan los afiches colocados cerca de las líneas de producción, con esto se intenta que el personal recuerde el compromiso que se ha adquirido para alcanzar los objetivos.



Figura 3.4. Propaganda del programa de “5s”.

3.6.2. Implementación de “Selección (SEIRI)”

En esta primera etapa de selección, se pidió a los colaboradores quienes se desenvuelven en su área de trabajo que se identificará cada objeto de su área por medio de una etiqueta adhesiva para el caso de la línea BAG se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5. Selección en una mesa de trabajo de la línea BAG.

Para el caso del taller el proceso fue más extenso debido a que se manejan más herramientas y un stock de repuestos por lo que aplicó el método sugerido en el libro “TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción”, donde indica que se debe colocar una etiqueta roja que contenga, entre otras cosas, la fecha y el nombre de la persona que lo etiqueta. Si al cabo de un tiempo, el elemento sigue con la etiqueta significa que no ha sido utilizado en ese lapso de tiempo, consecuentemente, su destino debe ser definido si es necesario seguir manteniéndolo en el lugar o debe ser reubicado o incluso reciclado. En la figura 3.6 se muestra una parte del taller de mantenimiento con sus artículos etiquetados.



Figura 3.6. Selección en el taller de mantenimiento.

3.6.3. Implementación de “Orden (SEITON)”

Para esta segunda etapa después de haber descartado los artículos innecesarios en el puesto de trabajo siguió el colocarlos de manera que sea fácil de ubicar y se puedan guardar siempre en el mismo lugar. En la figura siguiente, se muestra una mesa de materiales del proceso BAG antes y después de su ordenamiento.



Figura 3.7. Orden en una mesa de suministros de la máquina BAG.

En la figura 3.8 se muestra la mesa de trabajo de la máquina BAG T1 antes y después de haber aplicado la etapa, cabe mencionar que esta etapa recurre mucho a la ayuda del control visual que se pueda utilizar para facilitar la mantención de esta etapa, el control visual menciona que se puede delimitar las aéreas de trabajo, pasillos y de almacenamiento de stock con líneas verdes, rojas y amarillas respectivamente. En la figura 3.8 se puede observar la demarcación de las áreas de la bodega.



Figura 3.8. Orden en el taller de mantenimiento- antes y después.

Además de demarcar las áreas de la superficie, es necesario etiquetar el lugar donde se mantendrá cada objeto después de su utilización para que siempre pueda ser hallado en el mismo lugar, para realizar esta tarea se hizo uso de una etiquetadora de cinta de 12 mm, marca BROTHER que se muestra en la figura 3.9.



Figura 3.9. Etiquetadora utilizada con cinta de 12 mm.

A continuación, se muestra, en la figura 3.10, más en detalle la manera que se utiliza para mantener los artículos de menor tamaño en una forma ordenada y facilitar el orden.



Figura 3.10. Panel de suministros de la máquina BAG

De manera similar, se siguió para ordenar las herramientas del taller de mantenimiento esto se puede observar en la figura 3.11 donde se utilizó un panel perforado para colocar las herramientas de uso más frecuente.



Figura 3.11. Banco de trabajo del taller. Antes.



Figura 3.12. Banco de trabajo del taller. Después.

3.6.4. Implementación de “Limpieza (SEISO)”

La tercera etapa de esta metodología es considerada muy importante y se incluye dentro de los planes del mantenimiento autónomo con tareas de limpieza y lubricación por lo que se explica más sobre este punto de las 5 eses en el siguiente capítulo donde se aborda de manera detallada las tareas que se han determinado apropiadas para el operador.

3.3.7. Implementación de “Estandarización (SEIKETSU)”

Esta cuarta etapa requiere del conocimiento por parte de todos operadores para el caso de la línea BAG, sobre las tareas de limpieza que requiere el equipo y la forma correcta de realizarlas, estas tareas son especificadas y detalladas en la guía de procedimientos con que cuentan en la mesa de trabajo, todo esto permite que la limpieza se realice abarcando todos los puntos necesarios de mantener limpios.

3.3.8. Implementación de “Disciplina (Shitsuke)”

Esta etapa no solo requiere la vigilancia del auditor respectivo sino también del compromiso permanente del personal para realizar las tareas de forma correcta y de la mejor manera, pues es esta etapa la que completa la filosofía cinco eses, esta etapa quedará de evaluarse en un tiempo mayor ya que aún es muy temprano para asegurar la inculcación de la metodología entre el personal de la empresa.

3.7. Evaluación y guía del plan piloto de 5 eses

La metodología de cinco eses debe ser evaluada constantemente para corregir y hacer las mejoras necesarias para conducir este plan hacia su implementación correcta. Para esto, se ha decidido seguir las tablas de evaluación dadas en el libro “TPM orientaciones para su implementación”, del autor Julio Carvajal, quien además es un consultor en lo que respecta al TPM, junto con la guías anteriores se nombró a dos auditores, uno por cada sección donde se implementó la metodología. En la sección de la máquina BAG es el supervisor, y en el área de taller es el gerente de mantenimiento, ellos serán los encargados de mantener el programa vigente y en especial de el cumplimiento de la etapa de estandarización y disciplina que son muy importantes de vigilar en su aplicación ya que son las que producirán los resultados perdurables en el tiempo.

En la tabla 3.1, se pueden ver los parámetros para estimar el avance en la etapa de selección; si se asigna un valor de 16,67 puntos a cada uno de los aspectos a evaluar, se estima que el valor obtenido en la línea BAG es de un 100 % debido a que se comprende todo lo anterior, y de un 83 % para el taller de mantenimiento ya que falta un método confiable que vaya a garantizar la acumulación de materiales innecesarios, lo cual es necesario de establecer cuanto antes por el motivo de que se llegue a dar una acumulación debido a la organización interna de la empresa, donde mantenimiento sirve de proveedor de algunos consumibles entre otras cosas.

Tabla3.1. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Selección.

Aspecto a evaluar	Si	No
¿Conocen todos los miembros del equipo por qué se desea implementar este programa ?		
¿Se han establecido los criterios para distinguir los artículos necesarios de los innecesarios?		
¿Se han removido todos los artículos innecesarios del área? Ejemplos: material excesivo, herramientas de uso infrecuente, material defectuoso, artículos personales, información obsoleta.		
¿Entienden todos los empleados los beneficios o ventajas de haber logrado esta implementación?		
¿Se ha desarrollado un método confiable para prevenir la acumulación de los artículos innecesarios?		
¿Se ha definido un proceso para que los empleados busquen implementar nuevas mejoras?		

Ahora se deben evaluar los rubros que corresponden al nivel de orden alcanzando se asigna el valor de 12,5 % a cada ítem de la tabla 3.2 donde para la línea BAG es de 100 % y de 75 % para el taller de mantenimiento, en este último se debe determinar qué cantidad de cada artículo debe estar en el área.

Tabla 3.2. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Ordenar.

Aspecto a evaluar	Si	No
¿Existe un lugar visiblemente marcado, específico para cada objeto?		
¿Está todo colocado en su lugar?		
¿Está el almacenamiento bien organizado y los artículos son fácilmente localizables?		
¿Están las herramientas y suministros convenientemente localizables?		
¿Conocen todos los miembros del equipo dónde debe estar cada artículo?		
¿Se ha desarrollado una metodología para determinar qué cantidad de cada artículo debe estar en el área?		
¿Es fácil observar de un vistazo si los artículos están donde deben estar?		
¿Se utilizan carteles para facilitar el orden? Ejemplos: letreros, código de colores, marcas en paredes		

Se continua la evaluación con la etapa de limpieza, en este punto se requirió que las etapas anteriores estén firmantemente implementadas. La evaluación para esta etapa fue guiada por los aspectos mencionados en la tabla 3.3 donde asignando un 11,11% a cada ítem se obtiene que para la línea BAG es de 100 % y un 89 % para el taller de mantenimiento pues falta establecer las normas y horarios de limpieza.

Tabla 3.3. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Limpiar.

Aspecto a evaluar	Si	No
¿Están las áreas de trabajo y de recreo, las oficinas y los salones de conferencia limpios y ordenados?		
¿Están los pisos y alfombras barridos y libres de aceite, grasa y desechos?		
¿Están las herramientas, maquinaria y equipos de oficina limpios y bien reparados?		
¿Son removidos oportunamente los depósitos de basura?		
¿Están los manuales, etiquetas y carteles en buenas condiciones de lectura y presentación?		
¿Están las líneas de demarcación limpias y en buen estado?		
¿Son fácilmente accesibles los materiales de limpieza?		
¿Están visibles las normas y horarios de limpieza?		
¿Entienden los empleados las expectativas de la limpieza de su área?		

Como parte de la evaluación al personal en el conocimiento de los cinco principios básicos de la metodología, se aplicó una especie de rompecabezas a los operadores de la línea BAG y a los técnicos del departamento de mantenimiento. En la figura 3.13 y figura 3.14 se puede apreciar parte de esta evaluación.



Figura 3.13. Evaluación de la filosofía de “5s”.



Figura 3.14. Evaluación de la filosofía de “5 eses”.

Algunas semanas después de haber implementado las primeras tres etapas de las cinco eses, se debe evaluar su nivel de cumplimiento actual y el progreso en la implementación de la cuarta y quinta etapa que, como se ha mencionado, es en estas dos últimas etapas donde se desarrolla un método sistemático para la realización de las tareas y se adquiere la disciplina para realizarlas como debe ser y en el momento que debe ser.

Continuando con la evaluación presentada en el libro *“TPM Orientaciones para su implementación”* del autor *Julio Carvajal*, se realiza la cuarta etapa de estandarización, en la cual corresponde aplicar la tabla 3.4 que se muestra a continuación y se le da un valor de 16, 67% a cada aspecto señalado. Se aplica para la línea BAG donde se obtuvo cerca de un 91 % para la línea BAG ya que falta documentar de mejor manera el proceso por medio de diagramas y para el taller de mantenimiento cerca de un 75% pues se debe contar con un método para remover el material obsoleto del taller y de la planta

Tabla 3.4. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Estandarización.

Aspecto a evaluar	Si	No
¿está el proceso adecuadamente documentado? Por ejemplo, diagramas de fabricación o normas de progreso		
¿Han analizado y están todos usando la mejor práctica común?		
¿Tienen todos los empleados acceso a la información que requieren?		
¿Han desarrollado en el lugar un método para remover el material obsoleto?		
¿Entienden los empleados que el proceso les pertenece?		
¿Está definido un sistema de comunicación que provea a los empleados la oportunidad de mejorar el proceso existente?		

Una evaluación un poco prematura según la tabla 3.5 da como resultado un 100 % para la línea BAG y un 81,8 % para el taller de mantenimiento. Esto es asignando un valor de 9 % para cada aspecto de la tabla.

Tabla 3.5. Guía para evaluar la puesta en marcha de las cinco eses. Disciplina.

Aspecto a evaluar	Si	No
¿Se siguen las normas de seguridad, operación y mantenimiento?		
¿Está la información de seguridad colocada en un lugar apropiado?		
¿Están las áreas de riesgo bien identificadas?		
¿Utilizan los empleados la ropa de seguridad apropiada?		
¿Están los extintores y mangueras funcionando correctamente?		
¿Se guardan adecuadamente los artículos personales?		
¿Es la limpieza personal evidente?		
¿Quedan las áreas de descanso limpias después de su uso?		
¿Entienden y ponen en práctica los empleados los procedimientos establecidos?		
¿Cuentan los empleados con el entrenamiento y las herramientas necesarias para hacer que el programa funcione?		
¿Existe un verdadero entendimiento, seguimiento y compromiso de las cinco eses?		

Luego de haber realizado la primera auditoría, se deben fijar metas para alcanzar a completar todos los aspectos en cada etapa donde se hayan encontrado puntos a mejorar, esto requiere analizar cada debilidad y proponer una acción para superar la debilidad, este análisis se guía con las tablas de guías de línea meta. A continuación, se muestran, para las tres primeras etapas, sus correspondientes resultados. Para la etapa de organización se propone tener un método documentado y confiable para mantener el área de trabajo libre de artículos innecesarios en una fecha límite al 29 de Mayo del presente año, este será desarrollado en conjunto con el personal técnico.

Tabla 3.6. Guías de línea de meta para alcanzar las cinco eses. Organización.

Aspecto a considerar	Fecha actual	Fecha objetiva
Artículos necesarios e innecesarios separados, incluyendo el exceso de inventario		
Todos los artículos estarán removidos del área de trabajo		
Existirá un método documentado y confiable para mantener el área de trabajo libre de artículos innecesarios		
Los empleados estarán continuamente buscando oportunidades de superación		

Para mejorar las falencias de la primera auditoría para el área del taller en la etapa de *orden*, se debe determinar qué cantidad de cada artículo deben estar en este, aunque es claro que aplica para algunos artículos y en muchos casos la cantidad corresponderá a un rango. Para alcanzar esta meta se estableció como fecha límite el dos de Junio del presente año, donde se tendrá identificado por alguna etiqueta u otro medio la cantidad de artículos que deben permanecer,

Tabla 3.7. Guías de línea de meta para alcanzar las cinco eses. Orden.

Aspecto a considerar	Fecha actual	Fecha objetiva
existirá un lugar designado y establecido para cada artículo		
Habrán lugares designados y marcados para hacer la organización visible. Ejemplo: códigos de color, líneas de marcar, etiquetas.		
Existirá un método documentado y confiable para reconocer, por medio de un vistazo, si los artículos están fuera de lugar o excediendo la cantidad		
Existirá un método documentado y confiable para disponer de una evaluación continua y un proceso para colocar las mejoras logradas		

Según las debilidades encontradas en los aspectos de la tabla 3.3, se debe mejorar en el aspecto que se requiere establecer una programación para la limpieza del área del taller, esta meta se ha fijado para el primero de Junio, mientras se analiza cuál es el tiempo que se puede asignar a cada técnico para que la lleve a cabo de manera adecuada.

Tabla 3.8. Guías de línea de meta para alcanzar las cinco eses. Limpieza.

Aspecto a considerar	Fecha actual	Fecha objetiva
Las áreas de oficina y de la fábrica serán limpiadas en horarios definidos.		
Los acuerdos del programa 5S serán desarrollados y utilizados		
Los acuerdos del programa 5S serán comprendidos y practicados continuamente		
Los empleados crearán un método documentado y confiable de mantenimiento de la limpieza.		

Capítulo 4. Plan de mantenimiento autónomo.

4.1. Objetivos

4.1.1 Objetivo general

- Establecer tareas de mantenimiento capaces de realizar por los operarios para que asuman responsabilidad sobre el correcto funcionamiento del equipo.

4.1.2 Objetivo específico

- Mejorar la productividad del proceso.
- Reducir las pérdidas de tiempo por averías, paradas cortas y tiempos de preparación.
- Lograr implementar el nivel de eficiencia en la línea BAG.
- Asegurar el mejor manejo del equipo.

4.2. Definición del problema

La necesidad de establecer las tareas de mantenimiento al operador nacen de la filosofía misma del mantenimiento autónomo, pues, al ser el operador el primero en la línea, es quien puede comprender mejor la falla debido a que permanece y trabaja con ella por lo que conoce su evolución y sus parámetros de funcionamiento así como puede detectar algún ruido fuera de lo normal, lo anterior junto con el compromiso de la empresa en alcanzar un plan eficiente de TPM es parte de donde nace la necesidad del mantenimiento autónomo.

Además que el personal técnico del departamento de mantenimiento por razones de rotación en turnos y otras consideraciones de programación de tareas no sería suficiente si se encargara de todos los aspectos del equipo desde tareas de limpieza o de cambio de ventosas, silicones y teflones, por lo que es necesario instruir al personal operativo en el conocimiento y habilidades sobre el equipo que manejan y permitirán al departamento de mantenimiento concentrar sus esfuerzos en planes de mantenimiento preventivo y de mejora continua.

4.3. Alcance

El plan que se detalló para el mantenimiento autónomo abarcaron las dos líneas BAG y STRAW, de las cuales se decidió profundizar más en el nivel de la línea BAG para alcanzar un nivel más especializado que se quería lograr debido a la cantidad de puntos y ajustes de mayor complejidad en comparación con la línea STRAW.

4.4. Marco teórico

4.4.1 Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo (**Jishu Hozen**) es otro de los pilares del TPM y pretende conceder al operador desde las tareas más básicas en el mantenimiento del equipo que tienen a cargo hasta según se quiera avanzar en el grado de especialización que se aspira a que realice. Estas tareas inician con limpiezas y verificaciones visuales y se van incrementando hasta realizar tareas que implican un grado de capacitación y destreza por parte del operador, como sustituir partes desgastadas de la máquina. Para el establecimiento de las tareas de mantenimiento requeridas que el operador realice, se debe considerar el nivel en que la preparación y habilidad del operador se encuentran. La correcta introducción del mantenimiento autónomo permite entre sus beneficios contar con líneas productivas más estables y a su vez lo cual resulta en una mayor confiabilidad ya que como se estará reduciendo un alto porcentaje de las fallas de las máquinas que como se sabe es debido a su incorrecta operación.

Según menciona *Luis Cuatrecasas*, en su libro *“TPM hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción”*, se pueden diferenciar tres niveles de mantenimiento autónomo donde cada nivel envuelve cierto grado de especialización y conocimiento en las acciones que se van a realizar sobre el equipo, como se verá más adelante el plan de mantenimiento autónomo para la línea STRAW está en un nivel básico, mientras que para la línea BAG se ha establecido en un nivel de eficiencia.

4.4.2 Niveles de implantación del mantenimiento autónomo

Nivel básico: El objetivo es, en este nivel, la limpieza, engrase y apriete o ajuste de elementos, como se muestra en la figura 4.1, que corresponde a una de las listas de inspección de la máquina STRAW, se puede observar la inclusión de tareas de verificación como el número de registro 100113, las cuales indican revisar que todos los tornillos de los cobertores se encuentren en su lugar, esto es importante ya que un tornillo que cayera sobre algún componente móvil de la máquina podría ocasionar pérdidas cuantiosas. Además, como se puede ver la tarea 100109 corresponde a mantener la máquina limpia como parte de las tareas para una detección temprana del deterioro de la máquina.

# de Registro	Por favor refierase a la guía de procedimientos de mantenimiento operativo diario o semanal según corresponda para cualquier referencia	Completado					Frecuencia	
		L	K	M	J	V	Diario	Semanal
Bloqueo de la máquina								
100106	Compruebe que todas las señales de seguridad se activen, y todos los dispositivos de paro están debidamente etiquetados.						x	
100107	Remueva todas las tapas y coloque los tornillos en su lugar.							x
100108	Remueva todas las bolsas y limpie toda suciedad de la parte superior y del compartimiento del motor						x	
Banda Transportadora de boquillas.								
100109	Realice limpieza exterior de la (girafa) toda la estructura							x
100110	Revise que no falte ningún tornillo o pieza, parte quebrada, de ser así repórtelo a mantenimiento.							x
Vibrador y Alimentador de Boquillas								
100111	Realice limpieza exterior del equipo (Cajón) y la parte interna del mismo.							x
100112	Revise que no hayan boquillas de otros colores dentro del vibrador y su cobertor (Cajón)						x	
100113	Revise los cobertores de acrílico sobre la guía transportadora. Deben estar en buen estado y con sus tornillos, de no ser así repórtelo a mantenimiento.							x
Alimentación de boquillas								
100114	Revise que la introducción de la boquillas sea suave y libre en las guías.						x	

Figura 4.1. Tareas del mantenimiento autónomo en la línea STRAW.

Nivel de eficiencia: en este nivel, el grupo de trabajo debe ser capaz de realizar una inspección general y autónoma del equipo, además de buscar la eliminación y reducción de las seis grandes pérdidas que se exponen en el apartado 4.5. En la figura 4.2, se observa una serie de puntos que debe tomar en cuenta el operador a la hora de realizar el mantenimiento. Esta etapa se diferencia del nivel básico en que el operador ha sido capacitado de maneja que su conocimiento sobre el equipo sea más especializado por lo que para realizar este nivel requiere de los medios para realizarlo, esto es aparte del conocimiento que se debe transmitir en las capacitaciones y en las auditorias durante los recorridos de planta, también se debe suministrar la información y los suministros necesarios ya sean herramientas y materiales como se muestra en la figura 4.3 una de las mesas de trabajo de la línea BAG, con las herramientas necesarias.

Sección de Corte Final									
5015	Limpeza de rodillos, aplique alcohol en un paño limpio. Son los rodillos de la tracción de la película, son de hule hay uno inferior y uno superior.								x
5016	Limpiar con un paño limpio y alcohol el acrílico blanco de detección de la cámara.								x
5017	Limpeza de la salida de los troqueles.								x
5018	Revisar que las mangueras de los succionadores no estén con acumulación de recortes.							x	
5019	Revisar que la sujeción de las mangueras de los succionadores esté apretada.								x
5020	Revisar y limpiar las matrices de todos los troqueles.							x	
5021	Revisar las cuchillas que cortan los bordes de la bolsa. Recordar utilizar el filo por ambos lados.							x	
5022	Revise el estado de las correas verdes y las ligas negras.								x
5023	Limpe la superficie de la máquina de cualquier recorte							x	
5024	Engrase la transmisión del motor longitudinal. use grasa de grado alimenticio. (sección 4.6.1.). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x
5025	Lubrique los engranes de los rodillos de tracción con grasa de grado alimenticio (sección 4.9.2.) Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x
5026	Lubricar el seguidor de leva deslizante de la cuchilla, use grasa en spray - aplicar primero al dedo y luego a la superficie. (sección 3.4.4) Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x
5027	Lubrique los 3 pares de engranajes de las cuchillas dobles de corte use grasa de grado alimenticio (sección 3.4.1). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x
5028	Lubrique los 4 rodamientos de las cuchillas deslizantes con grasa de grado alimenticio. (sección 3.4.3). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x
5029	Lubrique los 2 tornillos de la cuchilla doble de corte con aceite lubricante (Sección 3.4.2). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x
5030	Lubrique los engranes del freno eléctrico (tres engranes), use grasa grado alimenticio. (Sección 4.1.1). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.								x

Figura 4.2. Tareas del mantenimiento autónomo en la línea BAG.

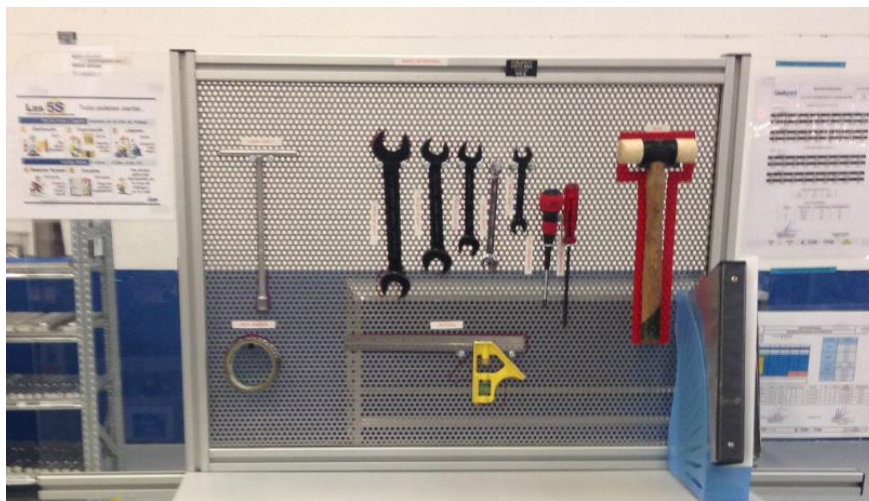


Figura 4.3. Herramientas necesarias en la línea BAG.

Nivel de plena implantación: esta supone la organización de la operativa con el equipo e integración con esta. Se estandarizará la operativa, su preparación y actividades que consiste y se integrará en ella el mantenimiento al nivel óptimo. Esta etapa se espera que pueda ser alcanzada en las dos líneas BAG y STRAW en un futuro si se siguen de manera adecuada las tareas señaladas actualmente o las que pudiesen surgir, junto con la frecuencia debida y con compromiso por la calidad.

4.5.El mantenimiento autónomo como método para eliminar las seis grandes pérdidas

En el proceso productivo se pueden dar gran cantidad de fallas debido a que cada proceso es diferente, pero lo que sí se puede es clasificarlas según los puntos débiles que producen, es por eso que señala el libro "*TPM hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*" seis tipo de pérdidas presentes en la industria sin importar el área a que se dedique la empresa y que deben ser tomadas en consideración si se quiere obtener un óptimo rendimiento.

1. *Averías*
2. *Tiempos de preparación y ajuste de los equipos*
3. *Tiempo en vacío y paradas cortas*
4. *Funcionamiento a velocidad reducida*
5. *Defectos de calidad , recuperaciones y reproceso*
6. *Pérdidas de funcionamiento por puesta en marcha del equipo*

4.6.Manual de mantenimiento autónomo

La implementación del mantenimiento autónomo requiere disponer de listas de verificación claras donde se indican aspectos como la frecuencia con que se debe realizar y cada punto que se debe inspeccionar, limpiar, ajustar, entre otras acciones. Algunas de estas tareas son de mayor complejidad, por lo cual resultan difíciles de especificar de manera clara y detallada los procedimientos como se deben de realizar; por tanto, fue necesario elaborar una guía de procedimientos donde se aclare cada tarea que se indica en la lista de verificación, además de contener una ayuda visual por medio de fotografías que se debieron tomar de los equipos y sus componentes para tratar de hacer el manual lo más específico y fácil de entender para ayudar al operador en su labor de mantenimiento. En la figura 4.4^a, se observa la tarea con su código, descripción y frecuencia con la que se debe de realizar y en la figura 4.4b se describe la forma en que se debe realizar y se muestra una imagen que ayude a aclarar la descripción de la tarea. La realización de este tipo de mantenimientos por parte de los operadores le permite al personal de mantenimiento centrarse en otros planes de mantenimiento o estudio de las fallas. Cabe mencionar que como menciona Alejandro Pistarelli en su *libro Manual de Mantenimiento...* "Mantenimiento se reserva el derecho-en todo momento- de auditar la ejecución de las tareas controlando la calidad y el tiempo de realización".


		REGISTRO EMPRESARIAL					CR-L-M-000	
		CHECKLIST MANTENIMIENTO OPERATIVO MÁQUINA BAG					Pág. 1 de 1	
Propósito: garantizar la seguridad del producto, dando mantenimiento a los equipos para su continuidad.								
Responsable: Operario BAG								
Máquina #:				Semana:				
Operario:				Fecha:				
# de Registro	Por favor refierase a la guía de procedimientos de mantenimiento operativo diario o semanal según corresponda para cualquier referencia	Completado					Frecuencia	
		L	K	M	J	V	Diario	Semanal
Sección de Corte Final								
5015	Limpieza de rodillos, aplique alcohol en un paño limpio. Son los rodillos de la tracción de la película, son de hule hay uno inferior y uno superior.							X
5016	Limpiar con un paño limpio y alcohol el acrilico blanco de detección de la camara.							x
5017	Limpieza de la salida de los troqueles.							x
5018	Revisar que las mangueras de los succionadores no estén con acumulación de recortes.						x	
5019	Revisar que la sujeción de las mangueras de los succionadores esté apretada.							x
5020	Revisar y limpiar las matrices de todos los troqueles.						x	
5021	Revisar las cuchillas que cortan los bordes de la bolsa. Recordar utilizar el filo por ambos						x	
5022	Revise el estado de las correas verdes y las ligas negras.							x
5023	Limpie la superficie de la máquina de cualquier recorte						x	
5024	Engrase la transmisión del motor longitudinal. use grasa de grado alimenticio. (sección 4.6.1.) Nota: se debe realizar cada 4 semanas.							x
5025	Lubrique los engranes de los rodillos de tracción con grasa de grado alimenticio (sección 4.9.2.) Nota: se debe realizar cada 4 semanas.							x
5026	Lubricar el seguidor de leva deslizante de la cuchilla, use grasa en spray - aplicar primero al dedo y luego a la superficie. (sección 3.4.4) Nota: se debe realizar cada 4 semanas.							x
5027	Lubrique los 3 pares de engranajes de las cuchillas dobles de corte use grasa de grado alimenticio (sección 3.4.1). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.							x
5028	Lubrique los 4 rodamientos de las cuchillas deslizantes con grasa de grado alimenticio. (sección 3.4.3). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.							x
5029	Lubrique los 2 tornillos de la cuchilla doble de corte con aceite lubricante (Sección 3.4.2). Nota: se debe realizar cada 4 semanas.							x

Figura 4.4a. Ejemplo de lista de verificación para el mantenimiento autónomo.

Para la flecha anterior se indica que el número de registro 5028 corresponde a la tarea de lubricar los cuatro rodamientos de la cuchilla de corte final e indica con el tipo de grasa que se debe lubricar, pero falta saber más sobre cómo realizarlo, por lo tanto, el operador en caso de duda, se puede referir al manual de procedimientos que se elaboró y donde se describe como realizar la tarea de lubricación en este caso, esto se ilustra a continuación.

	<p>Retire el panel lateral del lado del operador y el cobertor de los rodamientos de las guías de corte aflojando los tres tornillos con un destornillador; Limpie cualquier lubricación existente. Aplique nueva grasa de calidad alimentaria a las guías de rodamiento del lado del operador y el lado del accionamiento</p>	<p>5028</p>
---	--	-------------

<p><i>Edición</i> 02</p>	<p><i>Revisión</i> 03</p>		<p><i>Fecha</i> 20/05/2015</p>
------------------------------	-------------------------------	--	------------------------------------

Figura 4.4b. Ejemplo de guía de procedimiento para el mantenimiento autónomo.

4.7. Capacitación del personal en mantenimiento autónomo

Como parte de la introducción del personal operativo al mantenimiento autónomo, se debe capacitar al personal en la forma correcta que deben realizar las tareas de mantenimiento, explicándoles de primero las medidas de seguridad que se debe tomar para bloquear la máquina y luego las herramientas o materiales con que deben contar a la hora de iniciar el mantenimiento de su parte. Esta primera capacitación tuvo lugar el viernes 30 de enero del 2015, y fue impartida por el personal técnico del departamento de mantenimiento donde se abarcaron las dos líneas de producción BAG y STRAW, parte de esta capacitación se muestra en la figura 4.5.



Figura 4.5. Capacitación de mantenimiento autónomo para las líneas BAG y STRAW.

Posteriormente, se avanzó el grado de habilidad de los operadores y siguiendo las necesidades de atender la línea más crítica, se procedió a mejorar el nivel de mantenimiento autónomo de la línea BAG dando una introducción a lo que se busca con introducir el mantenimiento autónomo no como una forma de asignar más trabajo, sino desde varios puntos como por ejemplo la confianza sobre el equipo y el grado de conocimiento que tienen sobre esta. La capacitación fue impartida en conjunto con el personal técnico que se encargaría de explicar algunos de los nuevos puntos que se agregaron en la lista del mantenimiento operativo que tendrían en sus

mesas de trabajo, en la figura 4.6 y 4.7 se observa el recinto donde fue impartida además del personal que formó parte de la capacitación.



Figura 4.6. Capacitación de mantenimiento autónomo para la línea BAG.



Figura 4.6. Personal en la capacitación de mantenimiento autónomo para la línea BAG.

Además de tratar los nuevos puntos de inspección y lubricación que se incluían en el nuevo documento de mantenimiento autónomo se introdujo una nueva herramienta como lo es las tarjetas de colores como se muestran en la figura 4.7 y 4.8, donde según el color que se utiliza también existiendo el color verde representa una importancia en la gravedad detectada durante la inspección operativa y será el personal de mantenimiento el encargado de atender las solicitudes.



A yellow maintenance tag with a hole at the top. The text on the tag is as follows:

TPM
MANTENIMIENTO AUTONOMO
Máquina: _____ Fecha: _____
Solicitante: _____
 Calibraciones o ajustes mecanicos
 Falla eléctrica o de sensores
 Desgaste de elementos consumibles
 Otros: _____

Figura 4.7. Tarjeta amarilla para fallas de mediana importancia.



A red maintenance tag with a hole at the top. The text on the tag is as follows:

TPM
MANTENIMIENTO AUTONOMO
Máquina: _____ Fecha: _____
Solicitante: _____
 Calibraciones o ajustes mecanicos
 Falla eléctrica o de sensores
 Desgaste de elementos consumibles
 Otros: _____

Figura 4.8. Tarjeta roja para fallas detectadas de alta importancia.

Capítulo 5. Mejora en los tiempos de cambio de formato por medio de (SMED) en la línea BAG.

5.1 Objetivos

5.1.2. Objetivo general

- Documentar el procedimiento de cambio de formato para la línea BAG en busca de reducir los tiempos de cambio.

5.1.3. Objetivos específicos

- Observar el procedimiento de un cambio normal de bobina en la máquina BAG.
- Medir los tiempos empleados en cada actividad.
- Identificar actividades que se puedan convertir de internas a externas
- Definir un itinerario para el cambio de formato.

5.2 Definición del problema

Esta necesidad nace de documentar el procedimiento estándar para llevar a cabo el cambio de formato o de bobinas con el fin de buscar reducir y estandarizar entre todos los operadores los tiempos empleados en esta actividad. Esta herramienta se analiza para la línea BAG, dentro de ella se enfocó el cambio de bobina que es una actividad muy frecuente (Cada 6,3 horas en producción a 4 pistas y cada 3,5 horas si es a 2 pistas), por lo que tiene mayor importancia sobre los otros cambios realizados, como por ejemplo el cambio de pistas en la máquina la cual lleva alrededor de dos horas pero este es muy poco probable que se dé, pues se trata de evitar programando una máquina para dos pistas y la otra máquina para cuatro pistas.

5.3 Marco teórico

5.2.1. Single-Minute Exchange of Die (SMED)

Al igual que muchas de las herramientas que sirven al TPM, la herramienta SMED viene a trabajar en busca de reducir los tiempos empleados en cambios de bobinados, cuchillas o cualquier modificación sobre el equipo que sea necesaria de realizar para continuar con la siguiente producción.

Es común que muchas empresas utilicen un mismo de tipo de máquina o proceso para fabricar más de un tipo de producto, pues no sería rentable tener equipos para cada determinado producto a elaborar y más aun cuanto son pedidos esporádicos, de baja cantidad o solo por temporadas del año, por lo tanto, es necesario realizar cambio en las máquina para que se ajusten a lo que se requiere producir en el momento.

La herramienta SMED señala que existen etapas claras que se pueden realizar para su implementación, vale aclarar que conforme se incrementa el nivel en las etapas se podría requerir de presupuesto para alcanzarla. Dentro de los procesos productivos se pueden identificar actividades que se deben analizar en busca de reducir los tiempos empleados en cada una de ellas; en la figura 5.1, se muestran las siete etapas donde su base es proporcional al tiempo empleado en realizar cada una de ellas por lo que se ve que la etapa de “separar las actividades internas de las externas” es donde se debe comenzar a buscar oportunidades de reducir tiempos, seguido de la estandarización de actividades internas y convertir actividades internas a externas, con estas tres etapas implementadas se logrará una reducción significativa en el tiempo de cambio.

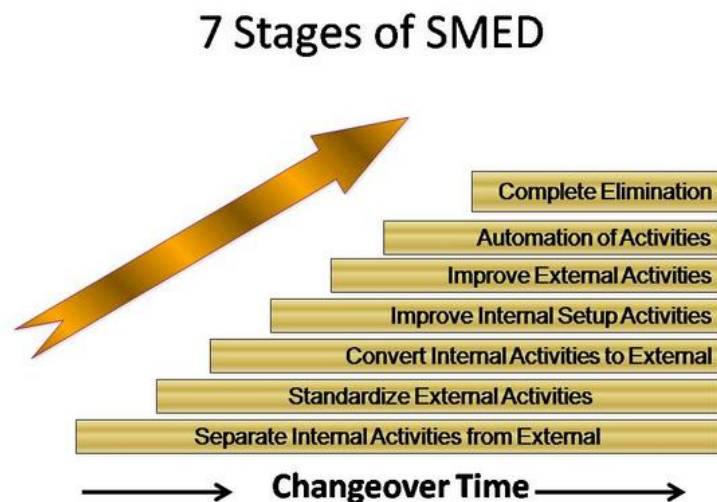


Figura 5.1. Etapas para la implementación de SMED.

Definiciones importantes

Cambio

Ahora es importante definir lo que es un cambio, se debe entender como cambio el tiempo transcurrido desde la última pieza buena del lote A hasta la primera pieza buena del lote B a la velocidad de marcha normal.

Actividades internas y externas

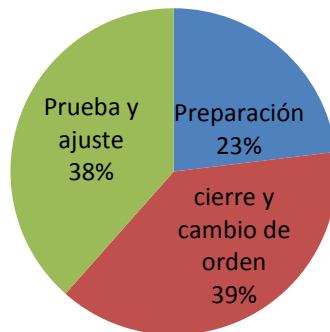
Cuando se realiza un cambio en una máquina o proceso parte de su configuración se podría realizar mientras la máquina está en marcha y otras que requieren que el proceso este detenido. Las actividades de configuración internas son las que requieren que, antes de poder realizarlas de manera segura, el equipo este detenido, mientras que las actividades externas se pueden hacer cuando el equipo esta aun en operación.

5.4 Documentación del procedimiento actual

En seguida se explica brevemente la secuencia de pasos que se realizan para llevar a cabo el cambio de bobina, manteniendo la cantidad de pistas (cantidad de empaques que se elaboran en cada corte de transversal), siendo estos valores de 2 o 4 pistas.

Para realizar esta documentación se midieron en dos ocasiones los tiempos de cambio y se promediaron para obtener el gráfico 1 donde se muestran las actividades que se realizan en un cambio de bobina, la cual es la actividad que más se presenta en el proceso.

Gráfico 1. Distribución de tiempos de cambio de bobina de la máquina BAG



El gráfico anterior muestra las tres actividades que encierran el tiempo de cambio de la bobina para la máquina BAG T2, donde se hizo el estudio, entre las dos mediciones registradas se obtuvo un tiempo en promedio de 20 minutos. El procedimiento que está registrado en la mesa de trabajo del operador describe el procedimiento para realizar un cambio. Este se resume en la figura 5.2.

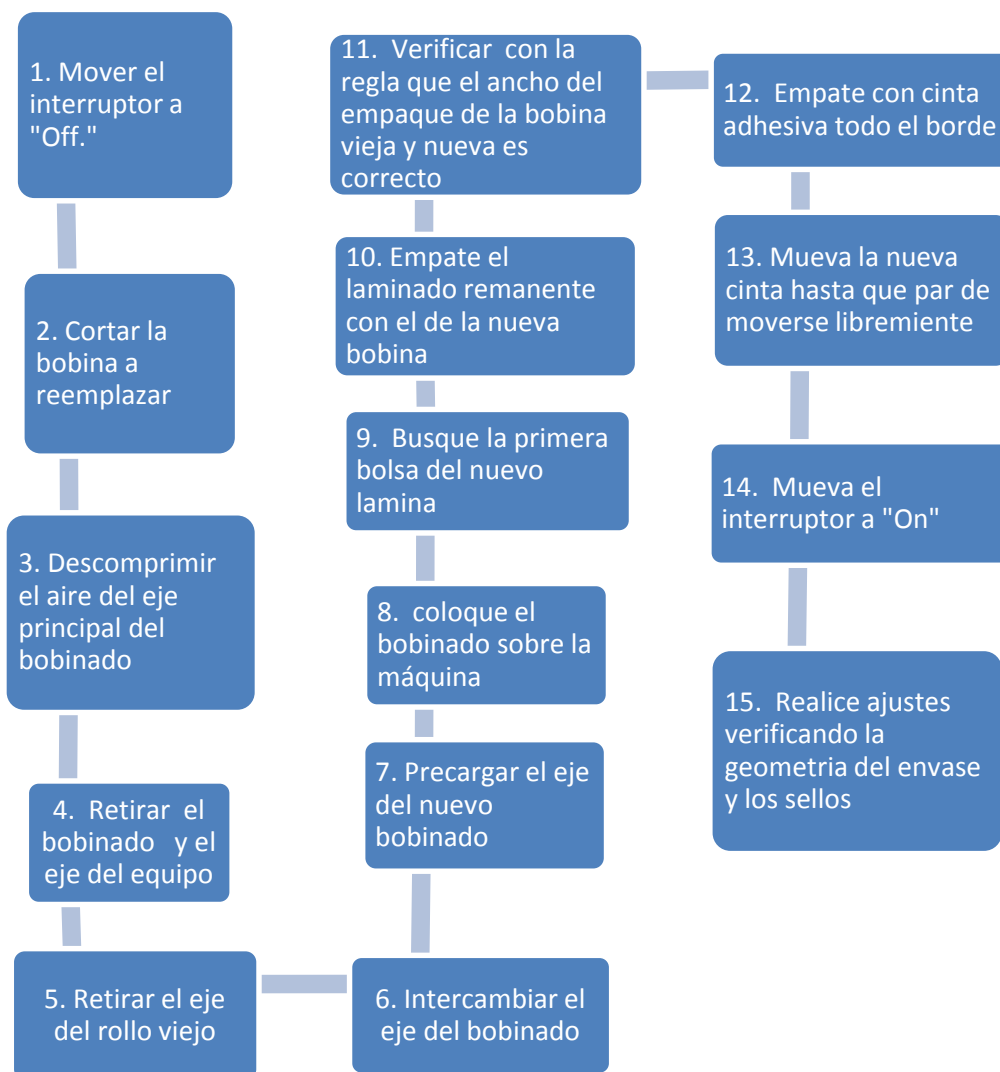


Figura 5.2. Procedimiento actual de cambio de bobina.

Después de observar el procedimiento establecido y analizar según las etapas que plantea SMED, se pueden encontrar puntos donde se puede ahorrar tiempo reconvirtiendo actividades que se hacen internas en externas. Es importante mencionar que todas las actividades de la figura corresponden a actividades internas.

5.5 Actividades internas que se pueden convertir en externas

A continuación, se muestra las actividades que se pueden convertir en externas. En la figura 5.3 se observa como tienen que retirar el eje del bobinado anterior para colocarlo en el nuevo bobinado, esta tarea se podría evitar pues se cuenta con más ejes (figura 5.4) por lo que el nuevo bobinado debe venir listo con un eje.



Figura 5.3. Eje del bobinado existente.



Figura 5.4. Eje de bobinado en stock.

Luego se observa que se recorta el nuevo rollo del bobinado estando colocado sobre la máquina detenida, por ende, es otra actividad que se debe realizar antes de montar el bobinado sobre la máquina y se puede preparar antes de detener el equipo.



Figura 5.5. Recorte en el nuevo bobinado.

5.6 Procedimiento propuesto

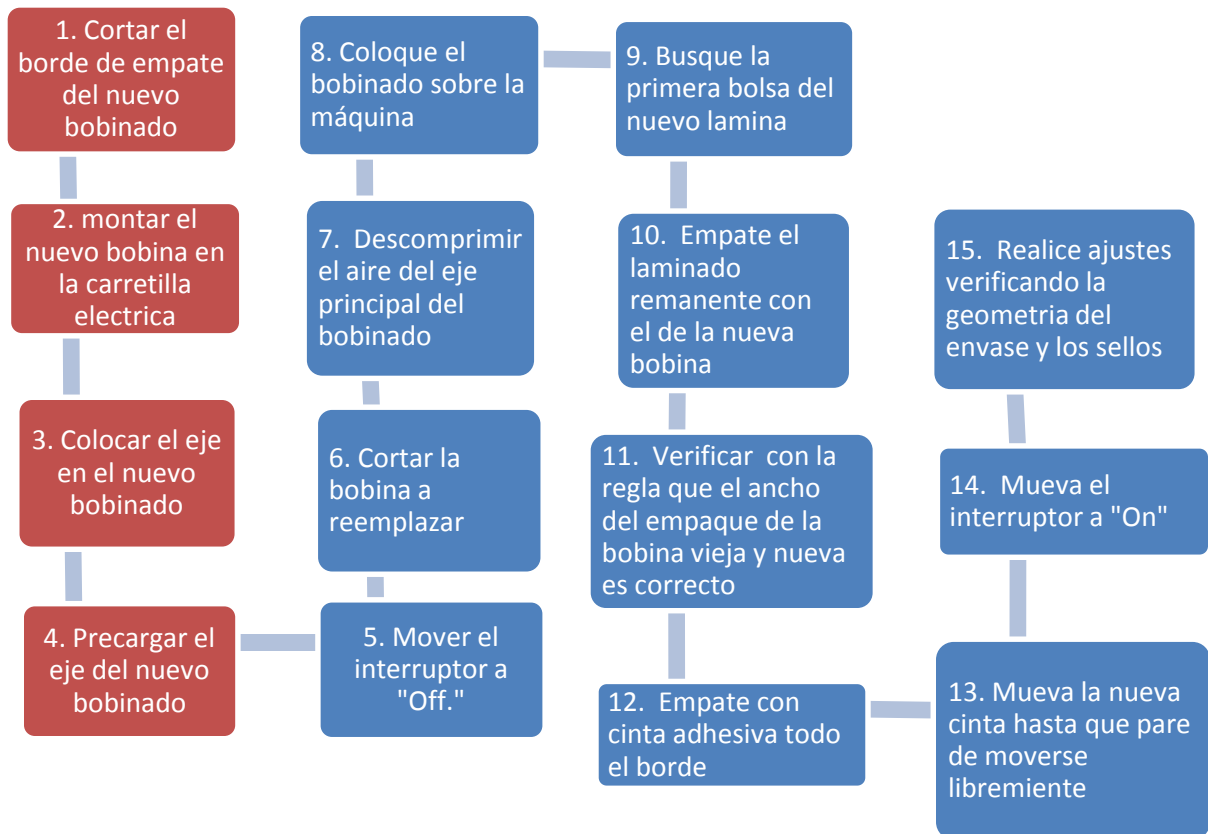


Figura 5.6. Procedimiento propuesto para el de cambio de bobina.

Donde, = Actividades internas
 = Actividades Externas

De la figura 5.6 se puede observar que se han indicado cuatro actividades externas, pasando de quince actividades internas en el procedimiento inicial a trece en el nuevo procedimiento propuesto, el cual incluye cuatro actividades externas. Además de esto, se debe realizar como actividad externa el cierre y cambio de la orden la

cual se realiza desde el panel táctil de la máquina, todas estas actividades permitirán reducir considerablemente este tiempo de cambio. Ahora lo siguiente es indicar a los operadores el nuevo procedimiento para realizar una prueba y comparar el nuevo tiempo de cambio.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

En esta sección se hacen los cierres respectivos de los temas abordados en los capítulos anteriores además de hacer algunas recomendaciones que se creen pueden ser de importancia para mejorar y hacer más confiable y ágil el proceso productivo.

Mantenimiento preventivo:

Conclusiones

- Se analizó el plan de mantenimiento que existía y se diseñó un nuevo plan que abarcara de manera integral los componentes de las máquinas para inspeccionar y controlar sus características de funcionamiento y poder anticiparse a la falla, en la medida posible por medio de un mantenimiento preventivo, estos puntos se determinaron basados en información técnica y estadística entre otros.
- Las tareas de mantenimiento preventivo permiten reducir los tiempos de paro no programados de las líneas BAG y STRAW.
- El mantenimiento preventivo permite conocer mejor los costos del mantenimiento para planear el presupuesto anual.
- Las tareas de mantenimiento preventivo pueden ser obtenidas, entre otras fuentes, de un análisis de las fallas recurrentes. Por ejemplo un diagrama de Pareto.

Recomendaciones

- Las tareas de mantenimiento preventivo se deben cumplir en todos sus puntos y sin postergaciones mayores.
- La ejecución del mantenimiento preventivo debe ser auditada constantemente para medir su efectividad sobre las tareas que incluye y poder determinar oportunidades de mejora.
- Los manuales e información técnica de cada equipo deben estar ordenados, actualizados y al alcance del personal técnico.
- La información más importante de los manuales como ajustes y calibraciones puede ser impresa y colocada en el equipo como parte de un control visual.

Mantenimiento Autónomo:

Conclusiones

- Se diseñó un nuevo plan de mantenimiento autónomo donde se establecieron tareas de inspección y comprobaciones básicas del equipo, en la línea BAG se aumentó el nivel de mantenimiento autónomo por medio de capacitaciones y manuales de procedimientos.
- El mantenimiento operativo permite mejorar el grado de disponibilidad del equipo.
- Las tareas de mantenimiento autónomo logra un mejor conocimiento del proceso por parte de los operadores de las máquinas BAG y STRAW.

Recomendaciones

- Las inspecciones de mantenimiento autónomo deben ser auditadas frecuentemente para corregir cualquier mala práctica sobre el equipo.
- Siempre que se introduzcan nuevas tareas al mantenimiento autónomo los operadores deben recibir la correspondiente capacitación del personal técnico explican cómo se debe realizar.
- El personal de mantenimiento debe dar soporte y asegurarse que el mantenimiento autónomo se realice correctamente.
- Instruir a los supervisores de producción en la importancia de un plan mantenimiento autónomo que aunque conlleve cierto tiempo en su ejecución permite tener equipos más confiables y disponibles.
- Inculcar a los supervisores de producción en la importancia de programar el tiempo para la realización del mantenimiento autónomo.
- Se debe continuar aumentando el nivel de mantenimiento realizado por los operadores, esto porque son ellos los que mejor conocen el equipo y pueden atender la falla de inmediato para esto se debe capacitar al personal en que cada vez conozcan mejor el equipo que operan. Lo cual permitirá reducir tiempos de paro en los equipos.

Metodología de 5 eses:

Conclusiones

- La metodología de las cinco eses permite cambiar la concepción de trabajo en empresas de cualquier tipo o cantidad de empleados ya que permite el trabajo en pequeños grupos para alcanzar metas.
- Las cinco eses facilita la introducción del mantenimiento autónomo ya que incentiva el orden, aseo, limpieza y disciplina en las tareas que se realizan para mantener el entorno de trabajo.
- Las cinco eses es una metodología que ayuda a organizar las áreas de trabajo.

Recomendaciones

- Se debe establecer un procedimiento para asegurar su continuidad.
- Se debe auditar el estado de avance y de mantenimiento de la metodología.
- Al ser la metodología de cinco eses una técnica que no es plan de solo un mes sino que se debe mantener su vigencia en el tiempo a través auditorias y otras formas de mantener el programa vigente.
- Incentivar al personal para que continúe el programa de cinco eses.

Bibliografía

Brenes, J. C. (2010). *Mantenimiento Productivo Total TPM Lecturas escogidas*. Cartago: Publicaciones TEC.

Brenes, J. C. (2014). *TPM Orientaciones para su implementación*. Cartago: Publicaciones TEC.

Cuatrecasas, L. (2003). *TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*. Barcelona: Gestión 2000.

Grupo de Investigación AFIS (Análisis de Fallas, Integridad y Superficies). (Febrero de 2015). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.ingenieria.unal.edu.co/es/dependencias/vice-investigacion-y-extension/grupos-de-investigacion>

Gualapack Group. (s.f.). Recuperado el Abril de 2015, de <http://www.gualapack.com/en/packaging-systems-company>

Ladera, I. (2015). *Lean Solutions*. Recuperado el 06 de Mayo de 2015, de Lean Solutions: <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>

Mantenimiento Mundial. (2014). Recuperado el 04 de Marzo de 2014, de Mantenimiento Mundial: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/IndicadMant.pdf>

Pistarelli, A. j. (2010). *Manual de Mantenimiento: ingeniería, gestión y organización*. Buenos Aires: Talleres gráficos RyC.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.

SMC Corporation. (2015). *SMC*. Recuperado el 24 de Febrero de 2015, de SMC: https://www.smc.eu/smc/Net/EMC_DDBB/ce_documentation/data/attachments/IMM_AVJ3220-5DO-02-X112_TFK58ES.pdf

Torrell, L. F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: PROFIT editorial.

TOTANI Corporation. (2015). *TOTANI*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <http://www.totani.co.jp/en/products/BH-60DLLS.html>

world class manufacturing. (2015). *WCM world class manufacturing*. Recuperado el 23 de Abril de 2015, de WCM world class manufacturing: <http://world-class-manufacturing.com/es/5S/why.html>