

MODELO PILOTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRES PRIMEROS  
PASOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LAS LÍNEAS  
DE PRODUCCIÓN 44 Y 50 DE LA PLANTA CUIDADO DEL HOGAR EN LA  
EMPRESA BRINSA S.A

JAIR ALEXANDER GUACAN JOJOA

WILSON DAVID SUÁREZ REINA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

MODELO PILOTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRES PRIMEROS  
PASOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LAS LÍNEAS  
DE PRODUCCIÓN 44 Y 50 DE LA PLANTA CUIDADO DEL HOGAR EN LA  
EMPRESA BRINSA S.A

JAIR ALEXANDER GUACAN JOJOA

WILSON DAVID SUÁREZ REINA

Monografía de grado presentada como requisito para optar por el título de  
Especialista en Gerencia de mantenimiento

Director: JAIRO ENRIQUE FORERO MURCIA

Ingeniero Mecánico

Especialista en Gerencia de Producción

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

## AGRADECIMIENTOS

A nuestro director Ing. Jairo Forero, por su orientación, tiempo, consejos y apoyo para llevar el desarrollo de esta monografía.

A la empresa BRINSA S.A. en el área de cuidado para el hogar, a sus operadores, técnicos, aprendices, coordinadores y profesionales por su colaboración, ayuda incondicional y sus aportes.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, consejos y ser una parte importante de nuestras vidas, son nuestra motivación para lograr alcanzar nuestras metas.

A Dios por darnos fortaleza, sabiduría y protección hasta el final de nuestra existencia.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>19</b>
1.1 MARCO CONTEXTUAL .....	19
1.1.1 Brinsa S.A.....	19
1.1.2 Planta Cuidado del Hogar.....	22
1.1.2.1 Principales procesos de producción Planta Cuidado del Hogar .....	22
1.1.2.2 Proceso envasado en botella.....	22
1.1.2.3 Proceso envasado en cojines y doypack.....	24
1.1.2.4 Proceso preparación envasado y tapado lavalozza en crema.....	25
<b>2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>26</b>
2.1 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO .....	26
2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	27
2.2.1 Mantenimiento correctivo .....	27
2.2.2 Mantenimiento Preventivo .....	28
2.2.3 Mantenimiento predictivo .....	29
2.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM.....	30
2.3.1 Historia del TPM .....	31
2.3.2 Objetivos del TPM .....	32
2.3.3 Pilares del TPM.....	32
2.3.3.1 Las 5´s.....	33
2.3.3.2 Pilar 1, Mantenimiento Autónomo.....	40
2.3.3.3 Pilar 2, Mantenimiento planificado.....	42

2.3.3.4 Pilar 3, Mejora enfocada.....	43
2.3.3.5 Pilar 4, Entrenamiento.....	44
2.3.3.6 Pilar 5, Control inicial.....	45
2.3.3.7 Pilar 6, -Mantenimiento de la calidad.....	45
2.3.3.8 Pilar 7 Seguridad y medio ambiente.....	46
2.3.3.9 Pilar 8- Gestion administrativa.....	46
<b>2.4. TRIBOLOGIA Y LUBRICACION .....</b>	<b>47</b>
2.4.1 Lubricación.....	48
2.4.2. Fuerza de fricción.....	49
2.4.3 Fallas en mecanismos.....	50
2.4.4 Viscosidad.....	53
<b>3. RECOPIACION Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION.....</b>	<b>55</b>
3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL.....	55
3.1.1 Percepción de producción hacia mantenimiento.....	57
3.2 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	62
3.3 INDICADORES DE PRODUCCION.....	62
3.3.1 Los 16 tipos de paradas o pérdidas en el TPM.....	63
3.3.1.1 Perdidas asociadas a las máquinas.....	63
3.3.1.2 Pérdidas asociadas al personal o mano de obra.....	64
3.3.1.3 Pérdidas asociadas a los materiales.....	65
3.3.1.4 Perdidas de energía:.....	66
<b>4. MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO EN LOS PASOS 1 ,2 Y 3 .....</b>	<b>70</b>
4.1 PASO 1: LIMPIEZA E INSPECCIÓN.....	71

4.1.1	Objetivos del paso 1 .....	71
4.1.1.1	Educación preliminar para implementación de paso 1 .....	71
4.1.1.2	Eliminar el polvo la suciedad y los desechos.....	73
4.1.1.3	Descubrir todas las anomalías .....	74
4.1.1.4	Corrección de pequeñas deficiencias y establecimiento de las condiciones básicas del equipo .....	75
4.2	<b>PASO 2: ELIMINAR LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS INACCESIBLES.....</b>	<b>77</b>
4.2.1	Identificar y eliminar las fuentes de fugas y derrames:.....	78
4.2.2	Mejora la accesibilidad para reducir el tiempo de trabajo.....	79
4.3	<b>PASO 3: ESTABLECER ESTÁNDARES DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN .....</b>	<b>81</b>
4.3.1	Guía para preparar estándares.....	82
4.4	<b>HERRAMIENTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PASOS AUTONOMOS 1,2 Y 3 .....</b>	<b>84</b>
4.4.1	Tarjetas de anomalías .....	84
4.4.1.1	Tarjeta roja.....	84
4.4.1.2	Tarjeta Azul.....	85
4.4.2	Lecciones de punto único .....	87
4.4.3	Identificación visual de planta.....	90
4.4.4	Formato estándar de lubricación, limpieza y ajuste.....	93
<b>5.</b>	<b>MODELO PARA IMPLEMENTACION DE LOS PRIMEROS 3 PASOS DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO. ....</b>	<b>95</b>
<b>6.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN PASO 1,2 Y 3 LINEA DE PRODUCCIÓN 50 Y 44 .....</b>	<b>97</b>
6.1	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	97
6.2	IMPLEMENTACION LINEA DE PRODUCCION 50 .....	101

6.3.1 Implementación Paso 1 línea 50.....	104
6.3.2. Implementación modelo paso 2 y 3 línea 50.....	113
6.3 IMPLEMENTACION LINEA DE PRODUCCION 44.....	115
6.3.2 Implementación paso 1, línea 44.....	117
<b>7. PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PRIMEROS TRES PASOS DEL TPM EN LAS LÍNEAS 1, 10, 12, 30, 36, SELLADORA ROTATIVA, PREPACK W062 Y MARMITA 15.....</b>	<b>129</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>132</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>136</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Productos envasado botella.....	23
Tabla 2. Productos cojines y doypack.....	24
Tabla 3. Productos envasados y tapados, lavalozza en crema. ....	25
Tabla 4. Ejemplo de registro de paradas por líneas.....	67
Tabla 5. Clasificación de paradas o pérdidas .....	68
Tabla 6. Análisis Pareto para identificar las causas.....	68

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Mapa aéreo de BRINSA S.A.....	20
Figura 2. Pilares de Mantenimiento. ....	33
Figura 3. Clasificar, antes y después. ....	34
Figura 4. Ordenar.....	36
Figura 5. Limpieza .....	37
Figura 6. Estandarizar.....	38
Figura 7. Disciplina .....	40
Figura 8. Inspección Mantenimiento Autónomo .....	41
Figura 9. Ciclo Demming .....	44
Figura 10. Falla por fractura por fatiga.....	51
Figura 11. Fractura por sobrecarga .....	51
Figura 12. Falla por fatiga superficial .....	52
Figura 13. Falla por flujo plástico .....	53
Figura 14. Un lubricante interpuesto entre dos superficies, las separa y permite un fácil deslizamiento.....	54
Figura 15. Organigrama área de mantenimiento .....	55
Figura 16. Radar de resultados de encuesta: percepción de producción hacia mantenimiento. ....	59
Figura 17. Tablero Kanban .....	61
Figura 18. Mantenimiento autónomo .....	70
Figura 19. Formato estándar de mantenimiento autónomo. ....	83
Figura 20. Ejemplo del diligenciamiento de tarjetas.....	86
Figura 21. Ejemplo Lups .....	88
Figura 22. Ejemplo LUPS .....	89
Figura 23. Identificación Bomba.....	90
Figura 24. Marca de apriete pernos .....	91
Figura 25. Indicadores de presión.....	91

Figura 26. Sentido de giro.....	92
Figura 27. Dirección de flujo .....	92
Figura 28. Indicador On/Off .....	93
Figura 29. Estándar de limpieza, chequeo y lubricación .....	94
Figura 30. Flujograma implementación paso 1, 2 y 3 del mantenimiento autónomo. .....	96
Figura 31. Cronograma para la implementación Paso 1.....	97
Figura 32. Cronograma para la implementación Paso 2.....	99
Figura 33. Cronograma para la implementación Paso 3.....	100
Figura 34. Línea de producción 50. ....	102
Figura 35. Posicionador de envase, Línea 50.....	103
Figura 36. Xilo botellas .....	103
Figura 37. Capacitación líder de líneas.....	104
Figura 38. Oxidación de juego de manejo para botella.....	105
Figura 39. Fuente de contaminación, desperdicio de tapas dentro de guardas...	106
Figura 40. Guías de bandas con avanzado estado de oxidación. ....	106
Figura 41. Acumulación de suciedad en distanciadores de bandas. ....	107
Figura 42. Cable excesivo, evitando cierre tablero eléctrico.....	107
Figura 43. Revisión de condiciones básicas con ayuda de los planos de fábrica. .....	108
Figura 44. Entrega de tarjetas para reporte de anomalías.....	109
Figura 45. Actividad de reporte de tarjetas .....	109
Figura 46. Tablero para reporte de anomalías.....	110
Figura 47. Retiro de foco de contaminación en la parte inferior del equipo .....	110
Figura 48. Limpieza de banda para remoción de óxido, realizada por el operador. .....	111
Figura 49. Remoción de óxido y aplicación de decapante para sellado. ....	111
Figura 50. Limpieza y lubricación de tornillo sinfín de ingreso .....	112
Figura 51. Limpieza de Boquillas .....	112

Figura 52. Propuesta Modelo de estándar de mantenimiento autónomo para la línea 50 .....	114
Figura 53. Distribucion de planta línea 44.....	115
Figura 54. Capacitación dada sobre mantenimiento autónomo paso 1,2 y 3 .....	117
Figura 55. Presentación de tarjetas de anomalías.....	118
Figura 56. Capacitación en sitio.....	119
Figura 57. Contaminación detrás de las guardas.....	119
Figura 58. Contaminación en guardas .....	120
Figura 59. Fuga de aceite en el sistema motriz inferior .....	120
Figura 60. Cartones encontrados tapando derrames, mucha contaminación de aceite .....	121
Figura 61. Segundo sistema servomotor desinstalado .....	121
Figura 62. Resorte dañado y piezas con oxidación .....	122
Figura 63. Banda funcionando con chumacera dañada.....	122
Figura 64. Reporte anomalías.....	123
Figura 65. Retiro de aceite y cartón .....	124
Figura 66. Cambio de resorte fracturado .....	125
Figura 67. Limpieza de lubricante y corrección de fugas .....	126
Figura 68. Limpieza zona motor eléctrico .....	127
Figura 69. Organización cableado electroválvulas.....	128
Figura 70. Implementación Paso 1 .....	129
Figura 71. Implementación paso 2.....	130
Figura 72. Implementación paso 3.....	130
Figura 74. Flujograma implementación paso 1, 2 y 3 del mantenimiento autónomo .....	134

## LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Registro asistencia a capacitación.....	136
Anexo 2. Registro asistencia a capacitación.....	137
Anexo 3. Formato encuesta percepción de mantenimiento .....	138
Anexo 4. Estado actual de mantenimiento.....	139
Anexo 5. Propuesta de formato Estándar de limpieza, inspección y lubricación.	140
Anexo 6. LUP´S torreta de control .....	141
Anexo 7. LUP´S Controles generales .....	142
Anexo 8. Registro limpieza y mejoras.....	143

## RESUMEN

### **TITULO:**

MODELO PILOTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRES PRIMEROS PASOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 44 Y 50 DE LA PLANTA CUIDADO DEL HOGAR EN LA EMPRESA BRINSA S.A \*

### **AUTORES:**

JAIR ALEXANDER GUACAN \*\*

WILSON DAVID SUARES REINA\*\*

### **PALABRAS CLAVE:**

TPM, MANTENIMIENTO, AUTONOMO, IMPLEMENTACION, BRINSA, INSPECCION, LIMPIEZA, CHEQUEO.

### **CONTENIDO:**

Es esta monografía se aplica el conocimiento adquirido en la Especialización Gerencia en Mantenimiento, desarrollando un modelo piloto para la empresa BRINSA S.A implementando los 3 primeros pasos del mantenimiento autónomo en las líneas de producción 44 y 50. Este pilar es muy importante en la búsqueda de beneficios para la organización, ya que con el inicio de este pilar y los resultado a obtener, se proyecta implementar a toda la empresa el TPM para lograr obtener mejoras en la producción, reducir las paradas de los equipos, aumentar la calidad del producto, reducir a cero accidentes, involucrar a todo el personal y reducir costos de producción entre otros beneficios.

Además, el objetivo de realizar este modelo del pilar de mantenimiento autónomo, es llevar a cabo actividades diarias que realizan todos los operarios del departamento de producción relacionadas con funciones básicas de mantenimiento, las cuales son inspección, lubricación, limpieza e intervenciones menores al equipo, con el fin de cumplir con los objetivos de producción y estandarizar todos estos procesos. Por eso la necesidad de realizar el modelo piloto en estas líneas debido a que los equipos ya se empiezan perder sus condiciones básicas, reportando los operadores síntomas como anomalías, ruidos, vibraciones, desajustes, falta de lubricación de elementos móviles. Etc. Todo esto causado además porque la planta se encuentra en una atmosfera muy corrosiva y por ende se necesita realizar inspecciones profundas y constantes.

---

\* Monografía.

\*\* Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Especialización en gerencia de mantenimiento.  
Director: Ing. Jairo Enrique Forero Murcia

## SUMMARY

### **TITLE:**

PILOT MODEL FOR THE IMPLEMENTATION OF THE THREE FIRST STEPS OF THE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) IN THE PRODUCTION LINES 44 AND 50 OF THE PLANT CARE OF THE HOUSEHOLD IN THE COMPANY BRINSA S.A \*

### **AUTHORS:**

JAIR ALEXANDER GUACAN \*\*

WILSON DAVID SUARES REINA \*\*

### **KEYWORDS:**

TPM, MAINTENANCE, AUTONOMOUS, IMPLEMENTATION, BRINSA, INSPECTION, CLEANING, CHECK.

### **CONTENT:**

This monograph applies the knowledge acquired in the Specialization Management in Maintenance, developing a pilot model for the company BRINSA SA implementing the first 3 steps of the autonomous maintenance in production lines 44 and 50. This pillar is very important in the search for Benefits for the organization, since with the beginning of this pillar and the results to be obtained, it is projected to implement the entire TPM company to achieve improvements in production, reduce equipment stops, increase product quality, reduce To zero accidents, to involve all staff and reduce production costs among other benefits. In addition, the purpose of this model of autonomous maintenance pillar is to carry out daily activities performed by all production department workers related to basic maintenance functions, which are inspection, lubrication, cleaning and minor interventions to the equipment, In order to meet the production objectives and standardize all these processes. That is why the need to perform the pilot model in these lines because the teams are already beginning to lose their basic conditions, operators report symptoms such as abnormalities, noises, vibrations, mismatches, lack of lubrication of moving parts. Etc. All this caused also because the plant is in a very corrosive atmosphere and therefore it is necessary to carry out deep and constant inspections.

---

\* Monografía.

\*\* Facultad de ingenieras físico-mecánicas. Especialización en gerencia de mantenimiento.  
Director: Ing. Jairo Enrique Forero Murcia

## INTRODUCCIÓN

La planta cuidado del hogar de la empresa Brinsa S.A se enfrenta actualmente a un reto de cumplir con la MEGA global que busca la compañía de duplicar sus ventas en cuatro años, para alcanzar este objetivo se han instalado nuevas líneas de producción para los procesos de botella y Doypack, la nueva línea de Doypack es la # 44 y la de botella es la # 50, ambas líneas de producción son de principio funcional rotativas y representan un aumento de producción del 310% en la línea #44 y 480% en la línea #50 en comparación a las líneas de producción donde se fabrican tradicionalmente estos productos.

En busca de alcanzar la MEGA se requiere replantear la filosofía de mantenimiento y buscar alternativas que eleven la disponibilidad de los equipos por encima del 95%, con el compromiso de ser capaces de sostener esta disponibilidad sin importar las metas de producción mensuales.

El departamento de ingeniería externo a la planta cuidado del hogar está realizando la implementación del método de mantenimiento RCM en la empresa, por esto se busca complementar este método con el diseño piloto de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la implementación de los tres primeros pasos en las líneas #44 y #50, en compañía de la guía metodológica para continuar con la implementación de los primeros tres pasos en las demás líneas de producción y sostener una disponibilidad del 95% en las líneas críticas de producción de la planta. El sostenimiento de esta disponibilidad lo han logrado alcanzar empresas que aplican el pilar TPM de mantenimiento autónomo, garantizando un espacio libre de contaminación, la ejecución de inspecciones rutinarias de limpieza y lubricación, ayudando a la detección temprana de anomalías en los equipos, garantizando que los equipos tengan un deterioro normal en el transcurso de su vida útil y no se presente un deterioro forzado al no conservar sus condiciones básicas de operación ( ajuste, limpieza, lubricación).

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 MARCO CONTEXTUAL

#### 1.1.1 Brinsa S.A.

Nació en 1994 a partir de la compra de Álcalis de Colombia al Estado Colombiano por parte de accionistas privados mediante el proceso de licitación pública abierta por el Ministerio de Desarrollo.

Evaluando las oportunidades del mercado en ese entonces, lanzamos bolsa de kilo y libra de Refisal Alta Pureza. Hoy, parece una innovación poco relevante. Sin embargo, hasta ese momento, la sal para consumo humano se vendía principalmente en sacos y era re-empacada en condiciones poco higiénicas. La gran aceptación que tuvo el producto por parte de nuestros consumidores, transformó radicalmente el mercado de la sal en Colombia.

Durante los primeros 15 años complementamos la línea con otro tipo de sales como Dietética, Parrillera, Cristales de Sal, Saborizadas, Line y Extremas. Con la variedad de sales logramos satisfacer necesidades específicas del consumidor, pero también valorizamos y dinamizamos la categoría. Paralelamente, diseñamos sales dirigidas a otros sectores de la economía como son el textil y el ganadero, entre otros.

Figura 1. Mapa aéreo de BRINSA S.A



Fuente: [www.panoramio.com/photo/79821877](http://www.panoramio.com/photo/79821877)

A la par con el desarrollo del negocio de sabor, la Compañía se ha venido consolidando como un proveedor confiable de insumos para la industria de productos derivados del cloruro de sodio. Somos jugadores de peso en los sectores de Cloro Gaseoso para tratamiento de aguas, Soda Cáustica -insumo clave en la producción de detergentes y jabones-, Ácido Clorhídrico, Cloruro de Calcio e Hipoclorito de Sodio.

En la búsqueda de mercado para nuestro Hipoclorito de Sodio, lanzamos una marca propia de blanqueador: Blancox. Luego de cinco años de su lanzamiento, Blancox lideró y sigue liderando el sector de blanqueadores y nos permitió desarrollar una unidad de negocios en torno al Aseo. Hoy contamos con extensiones de línea en: Desmanchadores (Blancox quitamanchas y Blancox

Ropa color), Lavalozas (Lozacrem y Lozaliqid), Especializados (Blancox extremo cocina y Blancox Extremo Baño, Desinfex) y Detergentes (Blancox Ropa Interior).

En el 2010 tuvimos un crecimiento importante gracias a la implementación de nuevas tecnologías y la ampliación de capacidad en nuestros campos de producción. Se puso en funcionamiento una nueva refinería con una capacidad instalada de 220.000 toneladas y un turbogenerador que nos permite desde entonces autoabastecernos en energía. También entró en operación un tercer pozo para explotación de sal en nuestras minas de Sesquilé, lo que representa crecimiento y capacidad de abastecimiento para muchos años más.

En el año 2011 siguió el posicionamiento de nuestras marcas en el mercado. La Superintendencia de Industria y Comercio le otorgó la notoriedad de marca a REFISAL. Se han lanzado nuevos productos como Lozacrem Líquido Antibacterial, Blancox Blanqueador aroma Flora Vital en cojín de 100ml y se cambió la imagen y formulación de Blancox para baño y para cocina para seguir dando más a las consumidoras, convirtiéndose en Blancox Extremo Desengrasante y Desinfectante. En producción, Brinsa logró poner en marcha un nuevo pozo en Sesquilé (pozo 3) con el cual se respaldan las operaciones de los pozos 1 y 2 además de que permite aumentar la concentración de la salmuera que alimenta las refinerías de Betania mejorando su eficiencia en el consumo de vapor.

Brinsa también ha desarrollado las exportaciones, principalmente hacia los países del Grupo Andino, Centro América y el Caribe. Desde el 2006 trabajamos para ir un paso adelante en la estrategia de internacionalización ya que queremos convertirnos en actores regionales con presencia local en nuestros principales mercados. Por eso, en el 2007, nació Brinsa de Costa Rica como resultado de la compra de dos empresas y la fusión con una tercera. En el 2008, inició

operaciones Brinsa República Dominicana con sus marcas Refisal y Blancox, la misma que hoy cuenta con planta propia.<sup>5</sup>

### 1.1.2 Planta Cuidado del Hogar.

La Planta Cuidado del Hogar tiene centralizada la fabricación de productos de aseo para el hogar, liderando el mercado colombiano con su marca Blancox desde el año 1995 cuando fue lanzada, desde ese entonces la marca Blancox ha tenido una gran aceptación por parte de los consumidores, por su eficiencia en la desinfección y su altos estándares de calidad; desde el año 1995 la planta ha ido evolucionando y año tras año ha sido líder en innovación con lanzamientos continuos de nuevos productos en el mercado tales como, Blancox blanqueador desinfectante, Blancox ropa color, Blancox lavalozas líquidas, Blancox lavalozas crema, Blancox desengrasante, Blancox limpiapisos, Blancox cocina, Blancox baño, Blancox desinfectante para aire desinfectado, Blancox ropa interior, Blancox quitamanchas en polvo, Blancox detergente líquido y demás productos que cada año siguen apareciendo en su portafolio comercial.

#### 1.1.2.1 Principales procesos de producción Planta Cuidado del Hogar

La planta está distribuida en tres grandes procesos que abarcan la producción total de la planta.

#### 1.1.2.2 Proceso envasado en botella

---

<sup>5</sup> Disponible en Internet: <http://www.brinsa.com.co/historia.html>

El proceso envasado en botella es catalogado internamente así como su nombre lo indica, en el cual el producto es envasado en una botella, en este proceso tenemos los siguientes productos más representativos:

Tabla 1. Productos envasado botella

<p style="text-align: center;"><b>Blancox 500 ml</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>RopaColor 500 ml</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Limpiapisos 900ml</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Loza Liquid 450ml</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Desengrasante cocina 900ml</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Desinfectante baños 900 ml</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Detergente liquido 1800ml</b></p> 		

Autores.

### 1.1.2.3 Proceso envasado en cojines y doypack.

En este proceso se tienen los equipos para fabricar productos envasados en cojines y envases doypack que son lo que se utilizan para repuestos de los productos envasados en botella y tienen un lugar muy importante en las ofertas que las grandes cadenas realizan mensualmente, dependiendo el tipo de producto se tienen diversas opciones para envase en cojines y doypack, entre algunos de los más representativos tenemos:

Tabla 2. Productos cojines y doypack

Blanqueador Cojin 100ml	Repuesto RopaColor 500ml
 <p>A small blue and white sachet of Blanqueador Cojin 100ml. The label features the 'BLANCOX' logo and the text 'Blanqueador Desinfectante'.</p>	 <p>A large purple and white sachet of Repuesto RopaColor 500ml. The label features the 'BLANCOX' logo, 'Ropa Color', 'Flora Vital', and 'SIN CLORO'.</p>
Doypack Loza Liquid 800ml	Doypack Limpiapisos 250 ml
 <p>A pink and white doypack of Loza Liquid 800ml. The label features the 'BLANCOX' logo, 'LozaCrem', and 'Cuidado de manos Aloe Vera'.</p>	 <p>A purple and white doypack of Limpiapisos 250 ml. The label features the 'BLANCOX' logo, 'LimpiaPisos Relajante', 'Antibacter', and 'Lavanda y Eucalipto'.</p>

Autores.

#### 1.1.2.4 Proceso preparación envasado y tapado lavalozas en crema.

Este último proceso tiene a cargo la fabricación del producto Blancox loza cream, especialista para el lavado de la loza y el cuidado de las manos, este producto es fabricado en diferentes presentaciones de tamaño y diferentes aromas según el gusto del consumidor, entre las presentaciones que se fabrican en este proceso se tienen:

Tabla 3. Productos envasados y tapados, lavalozas en crema.

Loza Cream Foil 150 gr	Loza Cream tapa 450 gr
 A small, white, foil-wrapped tub of Blancox Loza Cream. The label is orange and white, featuring the Blancox logo, the product name 'Loza Cream', and the scent 'Aroma de arena y sal de mar'. A price tag of '\$1.000' is visible. The net weight is 150 g.	 A larger, white plastic tub with a blue lid. The label is blue and white, featuring the Blancox logo, the product name 'Loza Cream', and the scent 'Agua Fresca'. It also includes the text 'AHORA LIMPIEZA EFICAZ + DERMALPROTECT'. The net weight is 450 g.

Autores.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento dentro de la industria es el motor de la producción, sin mantenimiento no hay producción.<sup>6</sup>

Como es de suponerse, la utilización de los equipos genera distintos desgastes y fallas, perdiendo progresivamente el rendimiento y las cualidades que tenían sus condiciones en el momento en que se consideran "De Fábrica", con el correr de los años es necesario un recambio, siendo esta necesidad pasible de ser prolongada en un período mayor, si se tienen los cuidados necesarios.

Las tareas de mantenimiento se programan en torno al tiempo de uso, y se pueden calcular de acuerdo a la periodicidad o frecuencia del tipo de equipo, en los vehículos por el kilometraje, en equipos de línea puede ser en horas de producción y así de acuerdo al tipo de equipo e industria.

La importancia de la realización del mantenimiento mismo radica principalmente en una función preventiva, evitando que se desgasten las piezas y partes vitales para el funcionamiento adecuado del equipo, o bien haciendo que su funcionalidad o utilidad se prolongue más tiempo, incrementándose su ciclo vital y que un dispositivo pueda ser utilizado el mayor tiempo posible sin necesidad de ser cambiado por considerarse defectuoso.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Disponible en internet: <http://www.importancia.org/mantenimiento.php>

<sup>7</sup> PRANDO, Raul R. Manual de gestión de mantenimiento. Guatemala. Piedra Santa, 1996

## 2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es aquella acción por medio de la cual se busca mejorar ciertos aspectos relevantes en un determinado establecimiento como la seguridad, confort, productividad, higiene, imagen, disponibilidad del equipo, etc. Existen diversas formas de realizar mantenimiento a los equipos:

### 2.2.1 Mantenimiento correctivo

Se denomina aquel que se realiza con la finalidad de reparar fallos o defectos que se presenten en equipos y maquinarias.<sup>8</sup>

Como tal, es la forma más básica de brindar mantenimiento, pues supone simplemente reparar aquello que se ha descompuesto. En este sentido, el mantenimiento correctivo es un proceso que consiste básicamente en localizar y corregir las averías o desperfectos que estén impidiendo que la máquina realice su función de manera normal.

Dada la simplicidad de las máquinas antiguas y la ausencia de una cultura de consumo, como la actual, el mantenimiento correctivo era el la forma más usual de enfrentar las fallas de la maquinaria hasta el siglo XX. Dentro del mantenimiento correctivo existen dos mantenimientos, mantenimiento correctivo contingente y mantenimiento correctivo programado.

El mantenimiento correctivo contingente o no planificado, es aquel que se realiza de manera forzosa e imprevista, cuando ocurre un fallo, y que impone la

---

<sup>8</sup> Disponible en internet: <http://www.significados.com/mantenimiento-correctivo/>

necesidad de reparar el equipo antes de poder continuar haciendo uso de él. En este sentido, el mantenimiento correctivo contingente implica que la reparación se lleve a cabo con la mayor rapidez para evitar daños materiales y humanos, así como pérdidas económicas.

El mantenimiento correctivo programado o planificado es aquel que tiene como objetivo anticiparse a los posibles fallos o desperfectos que pueda presentar un equipo de un momento a otro. En este sentido, trata de prever, con base en experiencias previas, los momentos en que un equipo debe ser sometido a un proceso de mantenimiento para identificar piezas gastadas o posibles averías. De allí que sea un tipo de mantenimiento que procede haciendo una revisión general que diagnostica el estado de la maquinaria. Asimismo, este tipo de mantenimiento permite fijar con anterioridad el momento en que se va a realizar la revisión, de modo puedan aprovecharse horas de inactividad o de poca actividad.

### 2.2.2 Mantenimiento Preventivo

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado – MPP.<sup>9</sup>

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

---

<sup>9</sup> Disponible en Internet: [http://www.solomantenimiento.com/m\\_preventivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm)

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Para realizar este tipo de mantenimiento se deben realizar estas fases:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

### 2.2.3 Mantenimiento predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.<sup>10</sup>

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Los beneficios de realizar este tipo de mantenimiento es: reducir los tiempos de parada, permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo, optimiza la gestión del personal de mantenimiento, la verificación del estado de la maquinaria, tanto

---

<sup>10</sup> Disponible en internet [http://www.solomantenimiento.com/m\\_predictivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm)

realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico, conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto, toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos, confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos, permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo, facilita el análisis de las averías y permite el análisis estadístico del sistema.

### 2.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo".<sup>11</sup>

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El TPM es una nueva dirección para la producción. El TPM, que organiza a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas.

---

<sup>11</sup> Disponible en internet:  
[www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmrobertsSpnish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmrobertsSpnish.htm)

### 2.3.1 Historia del TPM

El origen del término “Mantenimiento Productivo Total” (TPM) se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippodenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de la década de los 60. Seiichi Nakajima, un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón

Después de la segunda guerra mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para competir con éxito en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos. Con este fin, incorporaron técnicas de gestión y fabricación procedentes de los Estados Unidos y las adaptaron a sus particulares circunstancias. Posteriormente, sus productos llegaron a conocerse a través de todo el mundo por su calidad superior, concentrando la atención del mundo en el estilo japonés de técnicas de gestión.

En Japón, el TPM ha sido generalmente aceptado desde su introducción. Por ejemplo, constituye un soporte esencial del sistema de producción Toyota. El TPM ha sido igualmente implantado por muchas de las filiales de Toyota. De acuerdo con su creador, Taiichi Ohno, el sistema de producción Toyota está basado en la eliminación absoluta del despilfarro. En la producción “justo a tiempo” de Toyota, solamente se producen los elementos necesarios.

### 2.3.2 Objetivos del TPM

El TPM <sup>12</sup>tiene como objetivo cero averías en producción, cero defectos de calidad y cero accidentes<sup>13</sup>, esto mejorar la fiabilidad de los equipos y emplea verdaderamente la capacidad industrial instalada. Cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado y en consecuencia la productividad se incrementa.

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

### 2.3.3 Pilares del TPM

La implementación del TPM para que sea exitosa y se logren los objetivos planeados, se requiere el apoyo de 8 pilares fundamentales fig. 1. que son:

0. Las 5 s
1. Mantenimiento Autónomo
2. Mantenimiento Planificado
3. Mejora enfocada
4. Educación y entrenamiento.
5. Control inicial de equipos y productos
6. Mantenimiento de la calidad

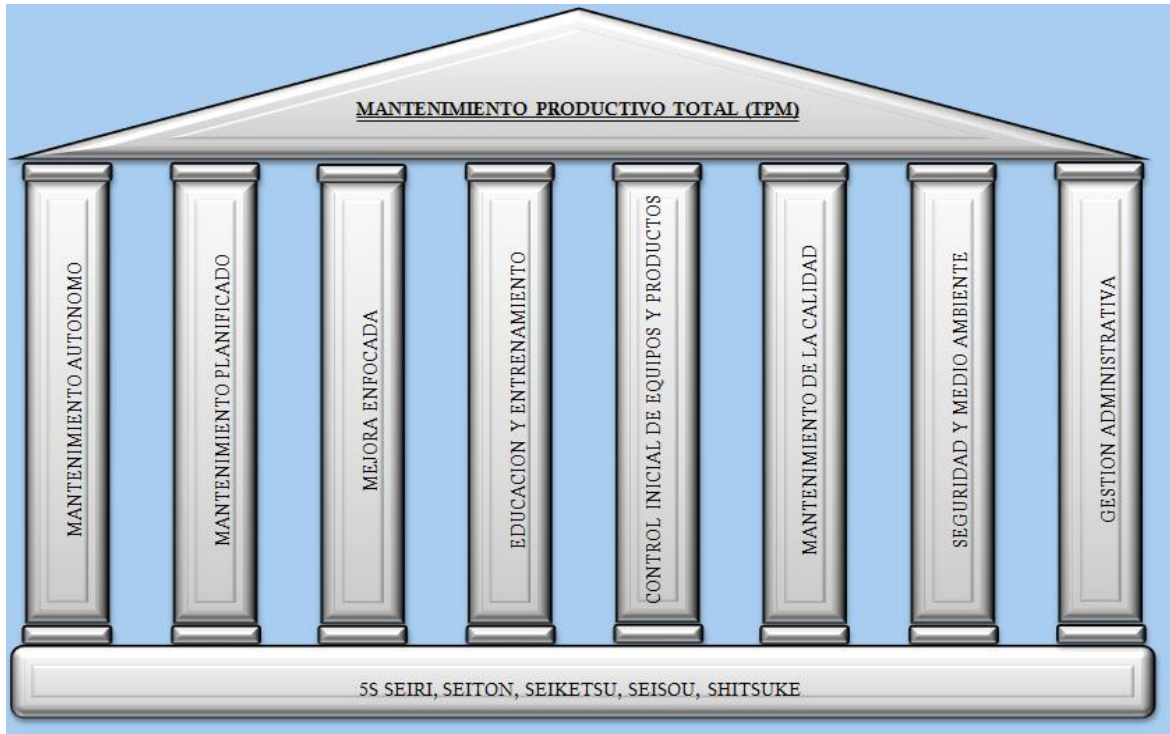
---

<sup>12</sup> ALVARES Laverde. Humberto  
[//www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf](http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf)

<sup>13</sup> GIRALDO, Sebastian. TPM general. Información clases.

7. Seguridad y medio ambiente
8. Gestion administrativa

Figura 2. Pilares de Mantenimiento.



Autores

### 2.3.3.1 Las 5's

Se llama estrategia de las 5S porque representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S.<sup>14</sup> Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

<sup>14</sup> Disponible en Internet: [www.gotasdeconocimiento.com/pdf/1\\_Sistemas/estrategia\\_5\\_S.pdf](http://www.gotasdeconocimiento.com/pdf/1_Sistemas/estrategia_5_S.pdf)

- Seiri- Clasificar Desechar lo que no se necesita  
Eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

Buscamos tener al rededor elementos o componentes pensando que nos harán falta para nuestro próximo trabajo. Con este pensamiento creamos verdaderos stocks reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban. Estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, induce a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo. Fig. 3.

Figura 3. Clasificar, antes y después.



Fuente: <http://www.sistemasoe.com/oe/avanzado/116-implantar-5s>

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.

- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

➤ Seiton – Ordenar

Consiste en organizar los elementos necesarios que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Fig. 4.

Una vez hemos eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta).

Figura 4. Ordenar



Fuente: <http://www.sistemasoe.com/oe/avanzado/116-implantar-5s>

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

➤ Seiso – Limpiar

Eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica Fig. 5. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGUAI esta palabra japonesa significa defecto o problema:

Figura 5. Limpieza



Fuente: [www.sistemasoe.com/oee/avanzado/116-implantar-5s](http://www.sistemasoe.com/oee/avanzado/116-implantar-5s)

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección"
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor cualificación.

- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primaria

➤ Seiketsu – Estandarizar

Es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones. Fig. 6.

Figura 6. Estandarizar



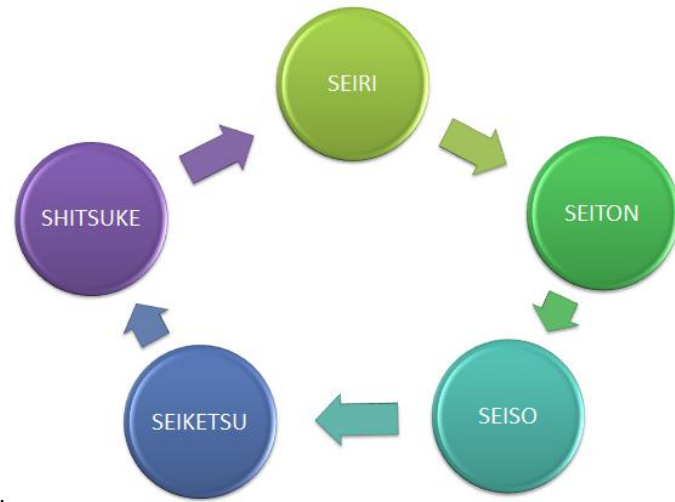
Fuente: [www.sistemasoe.com/oe/avanzado/116-implantar-5s](http://www.sistemasoe.com/oe/avanzado/116-implantar-5s)

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).

➤ Shitsuke – Disciplina

Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo Fig 7. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Figura 7. Disciplina



#### Autores

- El respeto de las normas y estándares establecidas para conservar el sitio de trabajo impecable
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.

#### 2.3.3.2 Pilar 1, Mantenimiento Autónomo

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y

preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo<sup>15</sup> se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

Está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Figura 8. Inspección Mantenimiento Autónomo



Autores.

---

<sup>15</sup> <http://www.ceroaverias.com/nuestroservicios/pilarestpm.htm>

El mantenimiento autónomo se coloca en práctica mediante 7 niveles de actividades de grupos:

1. Limpieza inicial
2. Localización y eliminación de fuentes de suciedad y mejorar puntos inaccesibles
3. Estandarizar las actividades de mantenimiento como limpieza e inspección
4. Realiza inspecciones generales periódicas del equipo.
5. Inspecciones generales del proceso.
6. Sistematizar el mantenimiento autónomo
7. Involucrarse en una gestión verdaderamente autónoma. Practicar la plena auto-gestión.

Para la realización efectiva de este mantenimiento autónomo, utilizamos además los informes orales y comentarios del personal involucrado en estas actividades.

#### 2.3.3.3 Pilar 2, Mantenimiento planificado

Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.

El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

Los principales objetivos del mantenimiento planeado son: Reducir el coste de mantenimiento, reducción espera de trabajos, eliminar radicalmente los fallos

#### 2.3.3.4 Pilar 3, Mejora enfocada

Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra.

El pilar del TPM de Mejoras Enfocadas aporta metodologías para llegar a la raíz de los problemas, permitiendo identificar el factor a mejorar, definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo, de igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora.

Estas actividades están dirigidas a mejorar gran variedad de elementos, como un proceso, un procedimiento, un equipo o componentes específicos de algún equipo; detectando acertadamente la pérdida y ejecutando un plan de acción para su eliminación.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar ostensiblemente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). El desarrollo de las actividades Kobetsu Kaizen se realizan a través de los pasos mostrados en la figura 9.

Figura 9. Ciclo Demming



Autores

#### 2.3.3.5 Pilar 4, Entrenamiento

Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno.

El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.

Algunas ventajas que se obtienen son: Formar personal competente en equipos y en la mejora continua de su área de responsabilidad. Estimular el autodesarrollo del personal. Desarrollar recursos humanos que puedan satisfacer las necesidades de trabajo futuras. Estimular la formación sistemática del personal.

#### 2.3.3.6 Pilar 5, Control inicial

Consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos. Desde este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo.

Se pretende con este pilar, asegurar que los equipos de producción a emplear sean: fiables, fáciles de mantener, fáciles de operar.

#### 2.3.3.7 Pilar 6, -Mantenimiento de la calidad

Enfatizado básicamente a las normas de calidad que se rigen. Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el “cero defectos” es factible. Las acciones del Mantenimiento de la calidad, buscan verificar y medir las condiciones “cero defectos” regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

El Mantenimiento de Calidad se basa en: Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos. Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial. Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

#### 2.3.3.8 Pilar 7 Seguridad y medio ambiente

Trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno.

La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

#### 2.3.3.9 Pilar 8- Gestion administrativa

Es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.).

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.

## 2.4. TRIBOLOGIA Y LUBRICACION

La palabra tribología fue creada por un editor del diccionario de inglés de la Universidad de Oxford, partiendo de las raíces griegas Tribos: fricción y logos: tratado. El termino tribología surgió como una necesidad de abarcar en un solo concepto materias tan relevantes como lubricación, rozamiento y desgaste.<sup>16</sup>

La tribología es la ciencia y tecnología que estudia la lubricación, la fricción y el desgaste de partes móviles estacionarias. La lubricación, la fricción y el desgaste tienen una función fundamental en la vida de los elementos de máquinas. La mayoría de las consecuencias de la fricción y el desgaste se consideran negativas, tales como el consumo de energía y la causa de las fallas mecánicas, sin embargo existen beneficios fundamentales donde la fricción es importante, por ejemplo el disco y el asbesto en un sistema de freno, la fricción en este caso es muy importante, ya que debido la fricción de estos componentes, se reduce la velocidad del equipo.

---

<sup>16</sup> Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. P55, 133

### 2.4.1 Lubricación

El propósito de la lubricación es la separación de dos superficies metálicas que se encuentran en movimiento relativo la una con respecto a la otra, de una sustancia con unas propiedades específicas, conocida con el nombre de lubricante, que sea capaz de formar una película límite con los aditivos metálicos (AW o EP) que tenga y una película fluida que separe las superficies, amortiguando el efecto de la carga dinámica para controlar el desgaste por fatiga superficial y reduciendo el contacto metal con metal. Adicional, debe reducir el consumo de energía y el calor generado por fricción, el ruido y el impacto negativo sobre el ambiente cuando finalmente se deseche, como resultado de un proceso de oxidación normal.

En una maquina pueden existir mecanismos físicamente iguales, pero que pueden estar sometidos a condiciones de operación diferentes, requiriéndose por lo tanto, lubricantes que cumplan con cada caso específico. Los lubricantes seleccionados deben contar con las características físico-químicas ASTM necesarias para su correcto funcionamiento. Las clases de lubricantes más importantes son:

- Lubricantes Gaseosos: El más utilizado es el aire, que se emplea a presión y forma un colchón entre los elementos en movimiento. Su principal aplicación es en pequeños cojinetes lisos, que giran a velocidades hasta 100.000 rpm, en donde un lubricante convencional no serviría. Su capacidad de soporte de carga es muy baja, del orden de 0,70 kgf/cm<sup>2</sup> (10 psi). Las pérdidas por fricción de los gases son solo una fracción de las correspondientes a los lubricantes líquidos de cualquier clase.

- Lubricantes Líquidos: Se puede considerar cualquier tipo de líquido, como el agua, el aceite vegetal, animal y mineral etc. Los más utilizados en la actualidad son los derivados del petróleo, constituidos por una base lubricante un paquete de aditivos.
  
- Lubricantes Semisólidos: Son sustancias que poseen consistencia, permiten que la película lubricante permanezca durante más tiempo sobre la superficie lubricada, como por ejemplo la grasa, que es un aceite mezclado con un espesor metálico (jabón de calcio, sodio, litio, etc.)
  
- Lubricantes Sólidos: dan origen a películas lubricantes que se adhieren fuertemente a las superficies metálicas, tales como el grafito, bisulfuro de molibdeno, de flúor, silicona, boro, etc. Y dan lugar a coeficientes de fricción muy bajos.

#### 2.4.2. Fuerza de fricción

La fricción genera una fuerza negativa denominada fuerza de fricción, que es necesario vencer cuando los mecanismos de una maquina inician y mantienen su movimiento, conllevando a un mayor consumo de energía útil, la cual se transforma finalmente en calor. En general, la fricción es la resistencia que presenta un cuerpo sólido, liquido o gaseoso a interactuar con otro y que en los mecanismos de las maquinas, se manifiestan por la pérdida de energía mecánica durante el inicio y desarrollo del movimiento relativo entre las dos zonas de materiales en contacto. La energía se pierde por fricción se transforma en calor, el cual no aporta beneficio alguno a los cuerpos sometidos a fricción y por el contrario en la mayoría de los casos cuando las rugosidades de los cuerpos interactúan de manera continua, como es el caso de la lubricación EHL, sus

propiedades elásticas se pueden ver afectadas adquiriendo características plásticas, y dando lugar por lo tanto al desgaste prematuro de las mismas.<sup>17</sup>

### 2.4.3 Fallas en mecanismos

Las fallas en mecanismos<sup>18</sup> lubricados es una condición anormal que se da como resultado de un desgaste crítico y progresivo a través del tiempo o debido a sucesos inesperados que conllevan a que la Fuerza de fricción, aumente intempestivamente y de lugar a una condición de contacto metal-metal entre las superficies de fricción, o cargas dinámicas de tal magnitud que puedan ocasionar la rotura de los mecanismos.

Todo componente mecánico sometido a un contacto deslizante o rodante está sujeto a algún grado de desgaste, el cual puede variar de un desgaste suave que causa un pulimiento, aún desgaste severo que da lugar a remoción de material con un deterioro de apariencia superficial. Las fallas genéricas en los mecanismos lubricados pueden ser:

- Fractura por fatiga: Esta falla se presenta por lo regular en los dientes de los engranajes y es causada cuando el número de engranes excede la resistencia a la fatiga por flexión, debido al torque transmitido supera la capacidad a la flexión del material del cual ha sido fabricado el engranaje, además las temperaturas de operación superiores a los 50°C propician estas fallas. Fig. 10.

---

<sup>17</sup> Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. P82, 161

<sup>18</sup> Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. P185

Figura 10. Falla por fractura por fatiga



Fuente: Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. 5ª Ed. P185

- Fractura por sobrecarga: Esta fractura se presenta en los dientes de los engranajes debido a cargas de impacto, en cuyo caso se tiene fractura de apariencia fibrosa y/o granular. Fig. 11.

Figura 11. Fractura por sobrecarga



Fuente: Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. 5ª Ed. P186

- Falla por fatiga superficial o pitting: se presenta cuando el espesor de la película lubricante no es suficiente para amortiguar el efecto de las cargas dinámicas sobre la superficie de fricción, conllevando a que los esfuerzos transmitidos sean de mayor intensidad y se formen las fisuras debajo de la superficie de fricción hasta que finalmente aparecen en la superficie formando las grietas, que causan la falla del mecanismo. Las causas más comunes son: Contaminación de aceite con agua, inestabilidad del índice de viscosidad, bajo índice de viscosidad del aceite, uso de aceite de grado ISO menor que el requerido, uso de un aceite sin aditivos antidesgaste AW, EP en lubricación HD, e incremento de la temperatura de operación. Fig. 12.

Figura 12. Falla por fatiga superficial



Fuente: Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. 5ª Ed. P187

- Flujo plástico: la falla por flujo plástico, es un problema que se presenta frecuentemente en los dientes de engranes como resultado de cargar el engranaje por encima de la carga de deformación permanente del metal (punto de fluencia) en la zona de contacto. Estas fallas pueden ser debido a: Cargas continuas muy elevadas, altas temperaturas de operación, espesor de la capa endurecida de la superficie de contacto demasiado delgada para resistir las cargas, deficiente dureza del núcleo de los dientes impidiendo el soporte necesario a la capa cementada. Fig.13.

Figura 13. Falla por flujo plástico



Fuente: Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. 5ª Ed. P187

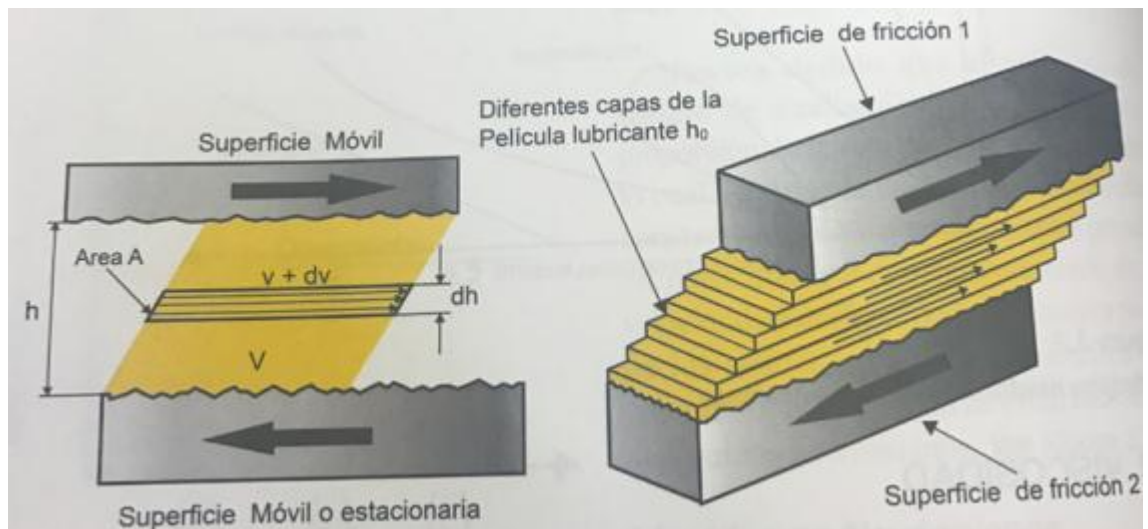
#### 2.4.4 Viscosidad

La viscosidad de un fluido tan complejo como un aceite lubricante, puede verse afectada, de una parte, por su composición y estructura molecular, de acuerdo al tipo de base lubricante y al paquete de aditivos que contengan, y por otra parte, por las condiciones externas, tales como la temperatura y la presión que pueden influir sobre las fuerzas moleculares. La temperatura es el factor que más afecta la

viscosidad, así, cuando la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye y el aceite presenta un mejor estado de fluidez. Por el contrario, si la temperatura disminuye, la viscosidad aumenta y el aceite fluye menos rápido.

La viscosidad del aceite da lugar a la formación de una película lubricante que se puede considerar conformada por un número específico de capas o laminillas en el caso de los aceites minerales, que se desplazan las unas con respecto a las otras. Por características de untuosidad 2 de la película lubricante, una de ellas se adhiere a la capa límite metálica 1 de la superficie móvil y la otra a la capa límite metálica 2 de la superficie fija o móvil. Las demás capas se cizallan, moviéndose entre sí en forma similar a como se desplazan los naipes de una baraja cuando se extienden sobre una superficie. Fig. 14.

Figura 14. Un lubricante interpuesto entre dos superficies, las separa y permite un fácil deslizamiento.



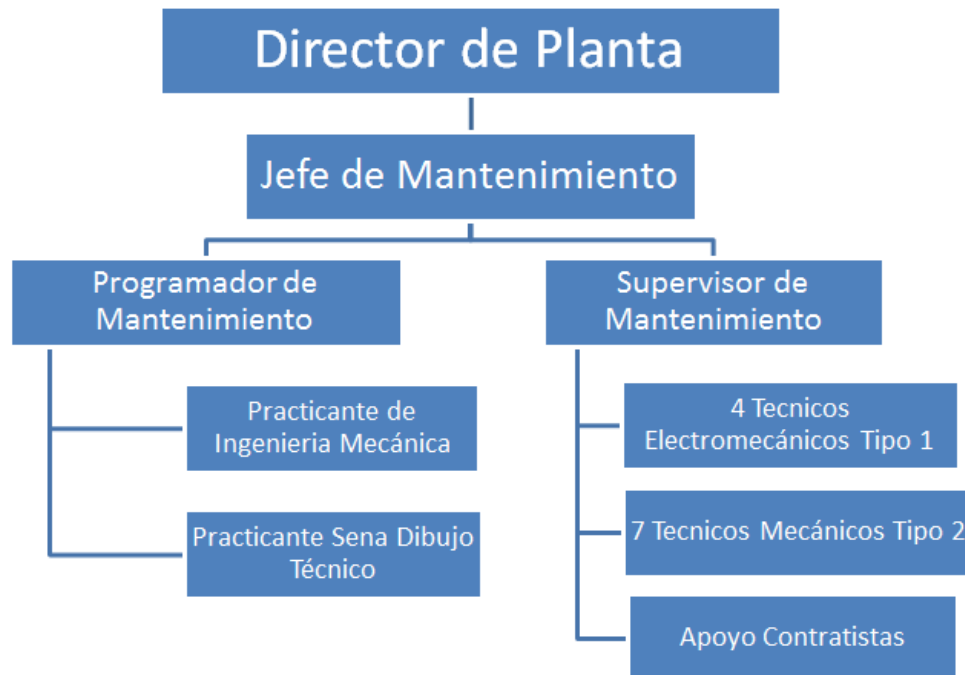
Fuente: Albarracín, Pedro. Tribología y lubricación. 5ª Ed. P202

### 3. RECOPIACION Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

#### 3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL

La planta actualmente tiene el siguiente organigrama del área de mantenimiento

Figura 15. Organigrama área de mantenimiento



Autores

El Director de la planta es el responsable de todos los procesos de la planta, el área de mantenimiento le reporta directamente sobre el estado de los equipos y cualquier eventualidad que pueda ocurrir con los equipos y que afecten el cumplimiento de producción mensual en la planta.

El jefe de mantenimiento tiene como responsabilidades, controlar y gestionar los recursos (humanos, financieros y físicos) necesarios para garantizar el óptimo

funcionamiento de los activos de la planta, controlar la ejecución del OPEX y del CAPEX asignado a la planta asegurando la continuidad de operación de la planta y la ejecución de los proyectos en los tiempos requeridos, realizar gestión del recurso humano fortaleciendo los conocimientos y habilidades del personal a cargo para optimizar en calidad y tiempo las intervenciones de mantenimiento, realizar gestión de cumplimiento a la estrategia de mantenimiento en la planta y la metodología RCM que se está empezando a implementar en la planta.

El programador de mantenimiento tiene como responsabilidades principales, realizar seguimiento detallado a la programación y cumplimiento de los planes de mantenimiento de la planta ( preventivo, predictivo, RCM ), hacer seguimiento al número de intervenciones correctivas que realizan los técnicos por medio de un análisis de causa raíz para disminuir este tipo de intervenciones; realizar las requisiciones de repuestos y servicios requeridos por el área, garantizar el stock mínimo de repuestos críticos para asegurar la continua operación de los activos de la planta y tramitar la facturación de proveedores por servicios, hacer control de indicadores del área y proponer acciones de mejora enfocándose en las líneas de producción con tendencia decreciente; el programador de mantenimiento recibe apoyo del practicante de ingeniería para ayuda de gestión documental y seguimiento de indicadores y del practicante de dibujo técnico para el levantamiento de información técnica de los equipos y presentaciones gráficas para las propuestas de planes de mejora.

El supervisor de mantenimiento es el encargado de revisar la ejecución de órdenes de mantenimiento por parte de todos los técnicos de mantenimiento y dar apoyo cuando sea necesario en la búsqueda de una solución para garantizar la continuidad de producción, también es el encargado de filtrar las solicitudes que se realizan diariamente desde el área de operaciones de la planta y distribuir el trabajo a los técnicos de mantenimiento a cargo.

El equipo técnico de mantenimiento se distribuye en dos equipos principales, 7 técnicos mecánicos tipo 2 son los encargados de realizar la rotación en los tres turnos de producción, son los encargados de atender los correctivos emergentes y garantizar la continuidad de la operación, estos técnicos tienen conocimientos fuertes en el área mecánica y tienen conocimientos empíricos de instrumentación y control que los limitan para atender mantenimientos de equipos electromecánicos con avanzada tecnología; el otro equipo tiene 4 técnicos electromecánicos tipo 1 quienes son encargados de realizar planes de mejora en los equipos y metodologías de análisis causa raíz para los correctivos emergentes que realizan los técnicos tipo 2, con la ejecución de estos análisis se buscan evitar paradas correctivas recurrentes.

Otro equipo auxiliar es el apoyo de contratistas internos que trabajan en la planta, ellos brindan sus servicios para la atención de mantenimiento a equipos que no forman parte de la ventaja competitiva de la planta, con ellos se atienden reparación de fugas, movimiento de equipos, fabricación de estructuras metálicas y reparación de piezas mecánicas o de recambio para equipos, los contratistas son coordinados por el supervisor de mantenimiento quien lleva el control de este personal.

### 3.1.1 Percepción de producción hacia mantenimiento.

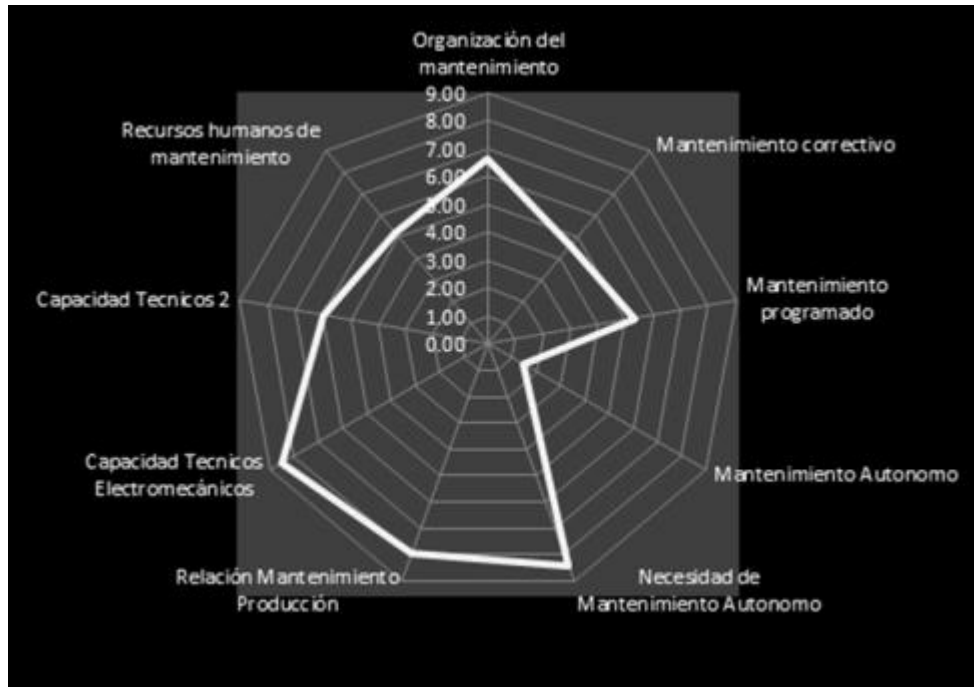
Como estudio complementario de esta monografía, se realizó una encuesta para conocer la percepción del área de producción respecto al área de mantenimiento y tener un diagnostico radar de la situación actual para enfocar los esfuerzos en los rubros inferiores al 50 %, la encuesta fue resuelta por los tres supervisores de turno y los dos coordinadores de producción que controlan el proceso de la planta.

La encuesta (anexo 4) consultaba sobre temas generales de mantenimiento realizando tres preguntas de percepción por cada tema a tratar, los temas que se consultaron fueron:

- Organización del mantenimiento
- Volumen de mantenimiento correctivo
- Cumplimiento de mantenimiento programado o preventivo
- Realización de mantenimiento autónomo en los equipos por personal operativo
- Necesidades de implementar mantenimiento autónomo
- Estado de la relación y comunicación entre mantenimiento y producción
- Capacidad de los técnicos electromecánicos tipo 1
- Capacidad de los técnicos tipo 2
- Capacidad , calidad y cantidad de recurso humano de mantenimiento para atención a producción

De acuerdo a las encuestas se encontró el siguiente radar. (Anexo 4)

Figura 16. Radar de resultados de encuesta: percepción de producción hacia mantenimiento.



#### Autores

Con este grafico de resultados podemos observar como uno de los puntos más bajos es el mantenimiento autónomo que se realiza en la planta y es una de las grandes justificaciones para hacer esta monografía, en este también podemos ver como el área de producción es consciente de la necesidad de mantenimiento autónomo para mejorar sus procesos y por ende el cumplimiento de producción. (anexo 5).

Otra observación que nos permite dar cuenta este radar es que los recursos humanos de mantenimiento se ven como insuficientes para atender las intervenciones de los equipos y esto ha retrasado la ejecución de los mantenimientos programados, dejando como punto a atacar también el mantenimiento correctivo que se realiza todos los días en la planta, con el esquema actual de mantenimiento se atiende la operación de la planta cuidado del hogar que tiene 420 equipos en funcionamiento, aunque existen unos equipos

más críticos que otros por la zona de ubicación y su impacto en la producción, cada técnico es responsable de al menos 38 equipos, con este número de equipos tan alto por cada técnico es importante realizar una adecuada programación de mantenimiento para evitar paradas correctivas y contribuir en el cumplimiento de la meta de producción mensual, esta programación no se cumple de acuerdo a cronograma por el volumen de trabajo y los retrasos que estos ocasionan al mantenimiento programado preventivo.

Se resalta la buena percepción que se tiene del grupo de técnicos electromecánicos tipo 1, en contraste con la percepción de los técnicos 2, esta misma percepción hace que los técnicos 1 no realicen lo que está programado ya que se ocupan en otras actividades correctivas y presentan una disminución diaria de tiempo para cumplir sus labores programadas, esto se da porque al ser los únicos técnicos electromecánicos deben apoyar continuamente a los técnicos mecánicos tipo 2 en los nuevos equipos que la planta ha ido sustituyendo tecnológicamente, este apoyo continuo de técnicos tipo 1 a técnicos tipo 2 reduce su tiempo para la realización de planes de mejora y análisis de causa raíz para reducir las paradas correctivas.

Con base en esta encuesta se empezaron a atacar los siguientes puntos:

- Implementación de mantenimiento autónomo para liberación de tiempo de técnicos
- Capacitación de técnicos 2 para liberación de tiempo de técnicos 1

Como ayuda para llevar una mejor programación y establecer un control visual se implementó una herramienta aprendida en la especialización la cual fue la metodología Kanban y se fabricó un tablero de este tipo para llevar ordenadamente los trabajos de mantenimiento programados.

Figura 17. Tablero Kanban



Autores

Refuerzo al cumplimiento de mantenimiento programado para reducir los correctivos. En este tablero esta cada técnico inclusive el supervisor y programador de mantenimiento para que las solicitudes sean resueltas a cualquier nivel, en la parte inferior(zona roja) se ponen las ordenes de trabajo que se requieren realizar, cuando las tienen en la zona amarilla es cuando están realizando la orden de trabajo y cuando la orden de trabajo está en la parte superior( zona verde) el supervisor, programador o inclusive el jefe de mantenimiento va hasta el sitio para asegurarse que la solicitud fue atendida y se puede cerrar la orden de trabajo.

### 3.2 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Dentro de los indicadores de mantenimiento que se manejan en la planta, se tienen la disponibilidad, MTTR y MTBF, estos indicadores se registran manualmente en las planillas de producción, las paradas asociadas a mantenimiento son registradas luego de haber realizado la actividad, el programador de mantenimiento es la persona responsable de actualizar los indicadores y realizarle un seguimiento.

Estos indicadores de mantenimiento presentan un conflicto con la planta dado que son llevados independientemente a los de producción y se presentan discusiones entre las dos áreas, por esto no se desglosara la información de estos indicadores en este trabajo y se planteara un modelo de indicadores para llevarlos bajo los lineamientos TPM y unificar los indicadores de mantenimiento y producción.

### 3.3 INDICADORES DE PRODUCCION

Los indicadores de producción son llevados en las mismas planillas de registro que están ubicadas en todas las líneas y se registran turno a turno, en estas planillas los líderes de producción registran la producción por el número de cajas producidas en el turno, también se lleva el indicador de rendimiento por línea de acuerdo a los tiempos establecidos de producción de cada una.

En estas planillas se registran los tiempos por ajustes menores, limpieza, pausas activas, refrigerios y demás intervenciones que quitan tiempo de producción en las líneas, por este motivo y como no se tienen definidas todas las causas de paradas en los equipos se presentan los conflictos entre las áreas de mantenimiento y

producción, cuando los líderes ingresan tiempos por ajustes de mantenimiento que no fueron efectuados o prolongan los tiempos de descansos y acomodan la información según el rendimiento de la línea. Teniendo en cuenta estos conflictos que se presentan, la unificación de indicadores es algo que se requiere de urgencia para poder eliminar estos conflictos y los indicadores que propone TPM con sus 16 tipos de paradas o pérdidas asociadas a los procesos.

### 3.3.1 Los 16 tipos de paradas o pérdidas en el TPM

#### 3.3.1.1 Perdidas asociadas a las máquinas.

Son perdidas asociadas a las operaciones realizadas en la máquina y las cuales se clasificaron de la siguiente manera para utilizarlas en la planta:

- Paradas planificadas: Donde tenemos mantenimientos preventivos programados y ajustes de operación programados
- Cambios y ajustes : En este tipo de parada lo clasificamos cuando requerimos realizar un cambio de referencia en el equipo para utilizar otro envase y cambiar el tamaño de las botellas o el envase en las líneas de producción, también tenemos en esta parte los ajustes menores que realiza el personal de operación y que se implementaran cuando se está desarrollando el paso 1 del mantenimiento autónomo
- Arranque y parada : Los clasificamos como los tiempos de arranque de los equipos después de una parada de planta o luego de realizar alguna intervención por mantenimiento
- Averías : Estas averías las asociamos a los mantenimientos correctivos emergentes que se presentan turno a turno

- Microparos : Las definimos como paradas menores a 10 minutos en los equipos, estas paradas dadas tal vez por el ajuste o regulación de algún sensor fotoeléctrico o algún ajuste menor
- Perdidas de velocidad : Cuando el equipo no produciendo el número de unidades minuto al que fue diseñado atribuimos este tipo de paradas
- Defectos y retrabajo : En la máquinas asociamos esta parada con el tiempo perdido que se tiene cuando el equipo está produciendo elementos defectuosos que se tienen que llevar a reproceso porque no cumplen con los estándares de calidad del producto

#### 3.3.1.2 Pérdidas asociadas al personal o mano de obra

Son pérdidas asociadas a las personas, cuando el equipo no es la falla y se tienen tiempos muertos del personal sin producir se tienen las siguientes tipificaciones de paradas:

- Perdidas de gestión: En la planta se clasificaron estas pérdidas cuando el personal debe ir a tomar su refrigerio, tomar capacitaciones, realizar sus pausas activas y otras asociadas a este mismo tipo de actividades
- Movimiento y desplazamiento: Cuando el personal debe ir de un lugar a otro para poder poner en funcionamiento el equipo o porque tiene que buscar las planillas de producción para iniciar o demás las clasificamos dentro de este ítem
- Organización de líneas : Cuando el personal realiza limpieza y organización de la línea y del equipo se registra este tiempo como perdida por esta clasificación, cuando se tengan establecidas las rutinas de limpieza, lubricación y ajuste de las líneas debe ser un ítem a reducir para que las

pérdidas por este tipo se disminuyan mientras el personal empieza a adquirir las habilidades autónomas

- Pérdidas en logística: Cuando las líneas de producción no son programadas para trabajar, por ejemplo solo se programan dos turnos de los tres disponibles, tendremos la pérdida de un turno completo bajo este tipo de pérdida al no programarlo para producir.
- Medición de líneas: Estas pérdidas las asociamos a paradas por instrucciones del personal superior al líder de línea, para hacer ajustes de calidad o espera por instrucciones de arranque de la línea.

### 3.3.1.3 Pérdidas asociadas a los materiales

Son pérdidas relacionadas con las herramientas, útiles y materiales necesarios para la normal producción de la línea de producción, entre las cuales tenemos las siguientes:

- Útiles y herramientas: Cuando las pérdidas de tiempo son referentes a una herramienta, elementos de limpieza y demás que no están disponibles para intervenir el equipo y toca esperar que lo traigan, lo compren y demás se registran estos tiempos en esta clasificación.
- Mermas de material: Todas las pérdidas asociadas al material, en el caso de la planta, las pérdidas de corrugado (cajas de cartón), envases y tapas, estas unidades son cuantificadas y registradas en la planilla de producción.
- Mermas de producto: En estas clasificamos todas las pérdidas de producto, cuando se presenta una fuga de producto en la línea o se presenta una contaminación del producto y toca perder todo el producto preparado se cuantifica y se lleva el registro de kg o litros perdidos por esta causa.

#### 3.3.1.4 Perdidas de energía:

En esta clasificación solo encontramos la siguiente:

- Perdidas de energía: Cuando tenemos fugas de aire, equipos prendidos sin uso, equipos consumiendo más energía por una mala lubricación, motores esforzados y demás perdidas de energía se cuantifican estos gastos y se lleva su registro para disminuirlos al máximo y proponer acciones de corrección.

Con las siguientes clasificaciones de paradas se van a tener unos indicadores unificados y que la planta hable el mismo idioma, en las pruebas piloto de las líneas 50 y 44 ya se empezaron a llevar estos indicadores y se tiene el siguiente proceso de control:

Tabla 4. Ejemplo de registro de paradas por líneas

Fecha	Turno	Causa Parada	Tiempo parada (mi)	clasificacion general(parada)	clasificac
2017/01/01	C	Falta de operarios	90	area administrativa	FO
2017/01/01	C	Falta producto	90	area de utilidades	RM
2017/01/02	A	Material de empaque no conforme	420	area de utilidades	RM
2017/01/02	B	Falta material empaque	480	area de utilidades	RM
2017/01/02	C	Material de empaque no conforme	450	area de utilidades	RM
2017/01/03	A	Falta material empaque	480	area de utilidades	RM
2017/01/03	B	Falta material empaque	480	area de utilidades	RM
2017/01/03	C	Falta material empaque	480	area de utilidades	RM
2017/01/04	A	Falta material empaque	480	area de utilidades	RM
2017/01/04	B	Mantenimiento torque	120	area de producción	TA
2017/01/04	B	Falta producto	90	area de utilidades	RM
2017/01/04	B	atascamiento	90	area de producción	TD
2017/01/04	C	Atrapamiento	20	area de producción	TD
2017/01/05	A	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/05	B	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/05	C	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/06	A	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/06	B	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/06	C	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/07	A	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/07	B	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/07	C	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO
2017/01/09	A	Tiempo no programado	480	area administrativa	LO

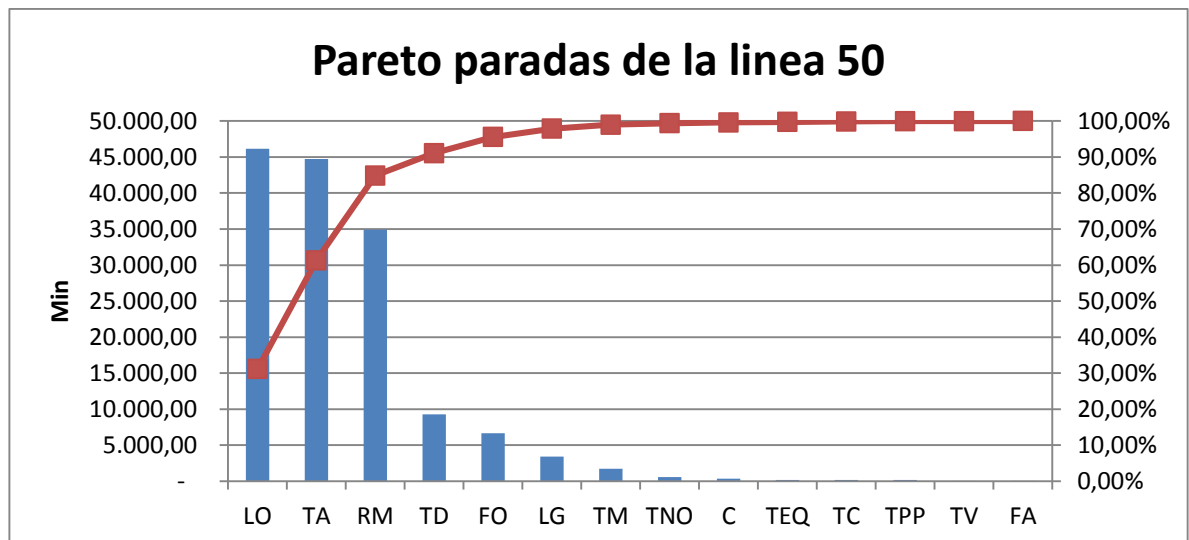
Autores

Tabla 5. Clasificación de paradas o pérdidas

Causa	Total Paradas (min)
LO	46.175,00
TA	44.733,00
RM	34.890,00
TD	9.275,00
FO	6.640,00
LG	3.400,00
TM	1.700,00
TNO	565,00
C	355,00
TEQ	180,00
TC	175,00
TPP	140,00
TV	30,00
FA	15,00
TOTAL	148.273,00

Autores

Tabla 6. Análisis Pareto para identificar las causas



Autores

La implementación de estos indicadores nos ha permitido encontrar las grandes pérdidas en cada línea y empezar a implementar acciones de mejora para disminuir las mayores pérdidas en cada una

Con el esquema actual de mantenimiento se atiende la operación de la planta cuidado del hogar que tiene 420 equipos en funcionamiento, aunque existen unos equipos más críticos que otros por la zona de ubicación y su impacto en la producción, cada técnico es responsable de al menos 38 equipos, con este número de equipos tan alto por cada técnico es importante realizar una adecuada programación de mantenimiento para evitar paradas correctivas y contribuir en el cumplimiento de la meta de producción mensual.

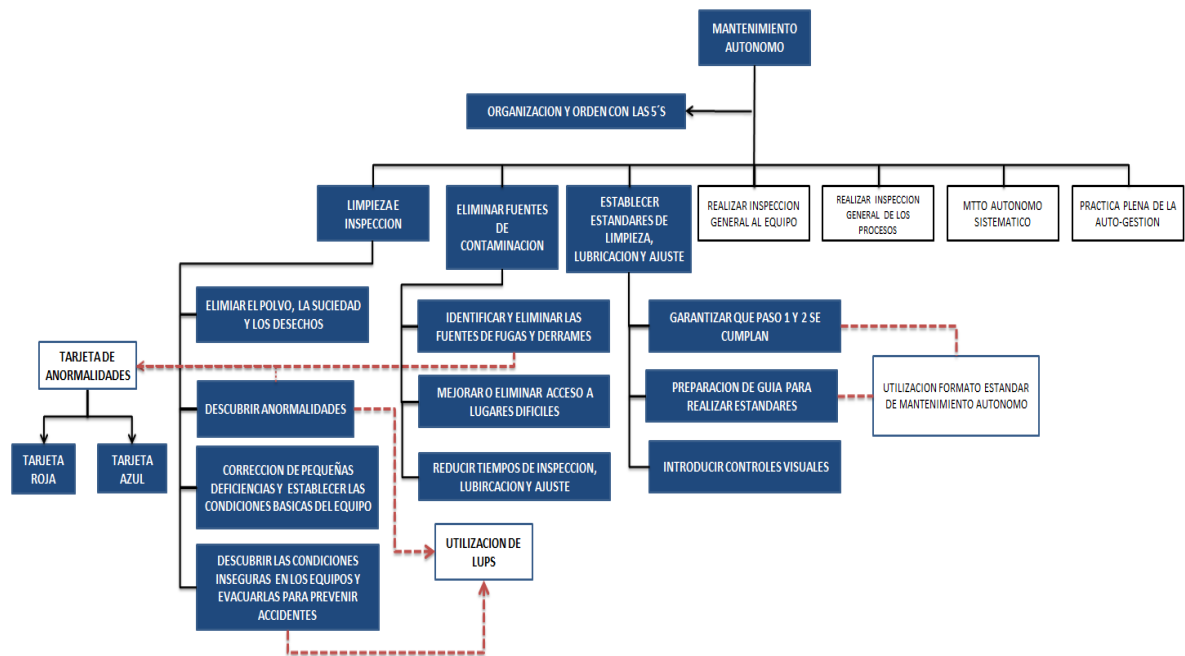
Este equipo de técnicos tipo 1 presenta una disminución diaria de tiempo para cumplir sus labores programadas, ya que al ser los únicos técnicos electromecánicos deben apoyar continuamente a los técnicos mecánicos tipo 2 en los nuevos equipos que la planta ha ido sustituyendo tecnológicamente, este apoyo continuo de técnicos tipo 1 a técnicos tipo 2 reduce su tiempo para la realización de planes de mejora y análisis de causa raíz.

#### 4. MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN LOS PASOS 1 ,2 Y 3

El mantenimiento autónomo se implementa en siete pasos, se empieza desde la limpieza inicial y se termina hasta llegar a la plena autogestión, siguiendo la metodología del autónomo se buscan establecer unas condiciones de proceso óptimas logradas a través de la mejora continua.

Los pasos del 1 al 3 buscan eliminar los elementos y causas que generan el deterioro acelerado, prevenir y revertir el deterioro, hasta lograr establecer y mantener las condiciones básicas del equipo, logrando estándares de limpieza, ajuste y lubricación, donde el operario es el directo responsable del buen funcionamiento del equipo que opera.

Figura 18. Mantenimiento autónomo



Autores

## 4.1 PASO 1: LIMPIEZA E INSPECCIÓN

### 4.1.1 Objetivos del paso 1

Dentro de los objetivos que se buscan alcanzar con la implementación del paso en cualquier equipo es, aumentar la confiabilidad del equipo a través de tres actividades simples.

#### 4.1.1.1 Educación preliminar para implementación de paso 1

Dentro del paso 1 concerniente a limpieza e inspección es importante realizar unos pequeños pasos para enfocar las capacitaciones a los operarios, y así ayudarlos a identificar problemas, evitando adicional algún accidente por desconocimiento del equipo.

- Elaboración del mapa de la máquina: En este punto se debe dar una capacitación completa del equipo, inclusive si el operario conoce el equipo y lo opera todos los días, es necesario que el reconozca los principios de movimiento de su equipo y tenga un fundamento técnico-teórico para poder analizar una falla en el equipo y entender el porqué de las cosas, en este punto se espera que el operario adquiera los conocimientos del porqué de las cosas, y asuma como propias las funciones de lubricación ajuste y limpieza, no solo porque un superior se lo ordena, sino porque entiende la importancia de hacerlas para el buen funcionamiento del equipo que tiene a cargo. Para poder dar este paso como completo el operario debe estar en la capacidad de realizar el dibujo completo del equipo identificando sus partes principales.

- Identificar fuentes de alimentación del equipo y sus subsistemas: En esta capacitación se le debe mostrar al operario las fuentes de alimentación del equipo, enseñarle sus puntos de acceso y corte al equipo en caso de un accidente y los pasos de des-energización que correspondan cuando se vaya a realizar una inspección o una limpieza, en este punto se le muestran los subsistemas y se espera que a través del entrenamiento él sea capaz de identificar los sistemas y asociarlos a los movimientos de los equipos, para el caso que estamos analizando donde tenemos en la línea 50 y 44 unos sistemas neumáticos y mecánicos, se pretende que el operario pueda identificar la fuente de alimentación neumática, sus condiciones básicas de ingreso al equipo y como inspeccionarlo, el recorrido del aire por el paso de los equipos y hasta la función que realiza cada electroválvula en el equipo con la identificación de su accionamiento, en la parte mecánica el operario debe identificar desde el accionamiento principal de los motores hasta los sistemas de transmisión de movimiento, y así puedan entender por ejemplo la importancia de una correcta lubricación en sus equipos.
- Seguridad de la máquina: Este ítem está relacionado directamente para identificar los riesgos que tiene el equipo, es importante que el operario conozca a que riesgos se puede exponer al limpiar, lubricar o ajustar sin tener unas precauciones preliminares antes de iniciar, cuando el operario es capaz de identificar los riesgos de seguridad asociados al equipo puede realizar cualquier actividad de paso 1 en completa seguridad

#### 4.1.1.2 Eliminar el polvo la suciedad y los desechos

La interacción del operario con el equipo cuando realiza procedimientos de limpieza lo obligan a realizar una inspección tocando cada parte del equipo, esta actividad incrementa su sentido de pertenencia y responsabilidad con el equipo para que el operario se interese en mantener el equipo en estas condiciones y no permita que se ensucie de nuevo. Inicialmente este proceso puede ser tedioso para ellos y algunos no comprenderán la importancia de realizar este proceso de limpieza, en nuestra cultura colombiana es difícil cambiar la mentalidad de “yo daño, tu reparas” dada entre las áreas de producción y mantenimiento de nuestras compañías y muchos operarios inicialmente pensarán que es trabajo de personal de mantenimiento, para cambiar esta mentalidad paulatinamente se debe realizar un acompañamiento continuo desde el área técnica de mantenimiento al área operativa de producción y entrenar en resolver las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que puede pasar si la pieza o elemento del equipo está sucia?
- ¿Qué le puede suceder a las piezas del equipo si están oxidadas?
- ¿Cómo puede afectar la calidad del producto si esta obstruido?
- Si se limpia esta parte continuamente ¿Cuál es el foco de contaminación y como lo eliminamos?

Dando respuesta día a día a estas preguntas los operarios adquieren gradualmente la habilidad de identificación de problemas y causas asociadas a ellos que originan la contaminación y suciedad en sus equipos, empiezan a reconocer la importancia de la limpieza como inspección y le dan sostenimiento al estándar de limpieza en sus equipos, motivándolos a buscar mejoras enfocadas para limpiar su equipo fácilmente.

#### 4.1.1.3 Descubrir todas las anomalías

Una anomalía en cualquier equipo es una deficiencia, desorden, ligera irregularidad, defecto falla o fisura, puede ser una o varias que al concurrir entre sí logran derivar en un problema mayor, las anomalías están clasificadas en 7 grupos mayores:

- Pequeñas deficiencias: Contaminación, daños, holguras, desajuste, fenómenos anormales, bloqueos
- Incumplimiento de las condiciones básicas: Lubricación, suministro de lubricantes, indicadores de nivel de aceite y ajuste
- Puntos inaccesibles: Falta de limpieza por construcción de equipo, dificultad de inspección por diseño de equipo, difícil acceso para lubricar, ajustar y operar equipo
- Focos de contaminación: Por producto, materias primas, lubricantes, gases, líquidos, desechos y otros
- Fuentes de defectos de calidad: Materiales extraños, golpes, humedad, daño de filtros, condiciones extremas de temperatura y afectación en la viscosidad del lubricante
- Elementos innecesarios y no urgentes: Maquinaria quieta, tuberías inútiles, instrumentos de medidas, equipos eléctricos, plantillas y herramientas, pieza de repuesto, reparaciones provisionales.
- Lugares inseguros: Suelos desnivelados, pasos irregulares, luces oscuras, equipos sin parada de emergencia, dispositivos adecuados para levantamiento y otros.

De acuerdo a esta clasificación de anomalías se deberán entrenar a los operarios en la importancia de la limpieza como inspección, es importante realizar este primer paso con un ejercicio práctico de limpieza profunda de sus equipos, revelando las irregularidades o anomalías que estaban ocultas tras la

suciedad, en este ejercicio se deberán retirar las protecciones físicas que tiene el equipo para que el operario logre observar y llegar a limpiar e inspeccionar las partes profundas del equipo donde él nunca les realiza limpieza, después del reporte de anomalías en esta limpieza profunda el área técnica de mantenimiento deberá instruirlos y socializar lo encontrado, es importante que al transcurso del tiempo los operarios sean cada vez más capaces de responder por si solos algunas de estas preguntas:

- ¿Qué problema puede ocurrir si la tuerca o tornillo falta o está floja?
- ¿Qué problema puede ocurrir si el aceite está sucio o usado?
- ¿Qué problema puede ocurrir si esta cadena o correa esta floja?

#### 4.1.1.4 Corrección de pequeñas deficiencias y establecimiento de las condiciones básicas del equipo

Para garantizar una buena confiabilidad en los equipos es necesario establecer sus condiciones básicas de funcionamiento, para esto se necesita reparar inmediatamente se detectan los juegos excesivos deformaciones y desgastes, cuando se detecta un daño severo se debe realizar el llamado al especialista de mantenimiento para que lo trate tan pronto como pueda.

Entre las condiciones básicas más importante encontramos la lubricación y el ajuste; la lubricación es un medio para garantizar el funcionamiento eficiente del equipo, previniendo el desgaste prematuro al reducir la fricción entre piezas y manteniendo un nivel de precisión operacional como por ejemplo en mecanismos neumáticos e hidráulicos, algunos ejemplos de comportamientos que tenemos en nuestra cultura colombiana son:

- Este equipo lleva 3 años sin cambiarle el aceite y continua funcionando si n problema

- No se les enseña a los operarios los beneficios de mantener un equipo lubricado
- Se tienen muchos tipos de lubricante diferentes y muchos puntos de lubricación son inaccesibles para el operario
- No se revisa el correcto funcionamiento de los engrasadores mecánicos y algunos automáticos en nuestros equipos
- No tenemos estándares de lubricación y los que se tienen son difíciles de entender para el operario

Para empezar a inculcar la importancia de la lubricación en el operario se deberán realizar las siguientes explicaciones y capacitar al personal cuando se detecten las anomalías relacionadas con lubricación:

- Lubricar inmediatamente un equipo que no esté lubricado
- Reemplazar los lubricantes contaminados
- Limpiar y reparar todos los indicadores de nivel sucios o dañados
- Verificar el correcto funcionamiento de los mecanismos de lubricación
- Limpiar y lubricar todas las piezas que giran o se deslizan, las cadenas de mando y otras piezas móviles
- Limpiar y reparar los mecanismos de aplicación de lubricantes y sus sitios de almacenamiento

El ajuste es otra de las condiciones básicas de funcionamiento de un equipo; todos los equipos están contruidos con piezas de sujeción como tuercas, pernos y tornillos, su perfecto funcionamiento está ligado a que estos componentes estén debidamente ajustados para evitar vibraciones, fugas, desgastes, desalineaciones, aumento de temperaturas y demás que pueden ocasionar una reacción en cadena donde se tenga una parada mayor del equipo, como ejercicio práctico se deben realizar las siguientes actividades para mantener las condiciones básicas de ajuste y eliminar los problemas potenciales que se puedan presentar en un futuro:

- Apretar y asegurar todos los pernos tuercas flojos
- Reemplazar los pernos y tuercas que falten
- Reemplazar los pernos y tuercas demasiado largos
- Reemplazar los pernos o tuercas fatigados
- Reemplazar las arandelas y tuercas de apriete manual que no se requieran
- Utilizar mecanismos de bloqueo en tuercas críticas que se aflojan constantemente

Teniendo una disciplina constante y mantenimiento las condiciones básicas del equipo se disminuirán los fallos en los equipos, aumentando la confiabilidad del mismo.

#### 4.2 PASO 2: ELIMINAR LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS INACCESIBLES.

Con el desarrollo del paso 1, los operadores ya poseen la habilidad de mantener el equipo en sus condiciones básicas, y con los resultados obtenidos del paso 1, los operarios sienten la necesidad de crear mejoras eficaces, es decir se vuelven consientes de realizarle mejoras al equipo. El operador al realizar su trabajo de limpieza e inspección, empiezan a pensar en cómo modificar componentes para lograr controlar las fugas, derrames y otros focos de contaminación y permitir llegar a ellos sin dificultad y así desarrollar el paso 1 en menos tiempo, con este compromiso de los operarios en mantener su equipo en las mejores condiciones, empiezan desarrollar mejoras en sus máquinas para reducir los tiempos de limpieza, chequeo y lubricación introduciendo dos tipos de mejoras:

#### 4.2.1 Identificar y eliminar las fuentes de fugas y derrames:

- El polvo y las descargas de vapor hacen difícil mantener los niveles de limpieza inicial.
- La contaminación de polvo y grasa no permite el chequeo de los tornillos, tuercas, indicadores de niveles de aceite etc.
- La contaminación de polvo causa deterioro acelerado, tal como el desgaste excesivo de correas en V y cadenas motrices.
- La contaminación de sensores y foto sensores provoca que la señal que emiten estos componentes no llegue a su receptor.
- Las fugas de líquidos y vapor provoca la corrosión de elementos, partes mecánicas o estructuras.
- La infiltración de polvo en los paneles de control hacen que este no sea fiable.
- La contaminación general deteriora el entorno de trabajo y la calidad del producto.

Algunas empresas entienden que las mejoras cuestan bastante dinero y por tanto no pueden hacerse, pero estas mejoras hacen que el equipo sea mantenible, tenga una mayor disponibilidad y siempre este en sus condiciones básicas. Durante esta etapa se deben desarrollar campañas de protección de los sitios de trabajo con cubiertas, utilización de materiales transparentes para la protección de ciertos puntos críticos de los equipos, facilitando la observación y evitando fugas de estas máquinas hacia el medio ambiente. Para remediar los fuentes de contaminación los siguientes puntos son claves:

- Comprobar con precisión la naturaleza de la contaminación y como y donde se genera.
- Reunir datos cuantitativos sobre el volumen de fugas, derrames y otras contaminaciones.

- Estimular a los operarios a rastrear la contaminación hasta su fuente original, por ejemplo: las obstrucciones en los conductos y canales de recogida de polvo.
- Primero, localizar la contaminación, después reducirla persistentemente mediante mejoras sucesivas. Esto produce los mejores resultados porque las mejoras de un golpe son imposibles.
- Realizar mejoras orientadas con equipos de proyecto que incluyan directivos y técnicos. Son esenciales los equipos de proyecto cuando se trate de ver mediante el mantenimiento autónomo.
- Considerar el uso de nuevas técnicas y materiales para sellados, juntas, medios de protección, etc.

#### 4.2.2 Mejora la accesibilidad para reducir el tiempo de trabajo.

Cuando ya se tiene un plan establecido de chequeo, lubricación y limpieza y ya se hayan logrado grandes resultados, puede que al realizar este paso se haya requerido mucho tiempo y esfuerzo para obtener los resultados esperados, además, para conseguir estos resultados se debió acceder a lugares muy difíciles, peligrosos, que se necesitarían herramienta especial y personas idóneas para ejecutar estos trabajos. Las condiciones óptimas no se logran hasta que la limpieza, chequeo y lubricación son tan fáciles que cualquier persona las puede realizar con seguridad, rápido y correctamente. Esto contiene las siguientes acciones:

- Reducir los tiempos de limpieza: Prepara y someter a test resúmenes de actividades desarrolladas de limpieza, que permitan tomar una decisión solo con observar, como suprimir los focos de contaminación, hacer cada

vez más fácil el acceso a lugares que son difíciles de realizar la limpieza, o desarrollar herramientas de limpiezas más eficientes.

- Reducir los tiempos de limpieza: se deber realizar un plan de actividades de chequeo con imágenes o esquemas, preparar cuadros de chequeo, inspeccionar tuercas, pernos, correas en V, cadenas, acoplamientos y otros para confirmar si los operarios pueden realizar chequeos dentro de los tiempos asignados; diseñar herramientas de inspección mejoradas para reducir los tiempos, instalar cubiertas de fácil desinstalación, facilitar plataformas dónde los operarios puedan estar mientras chequean los puntos difíciles.
- Identificar lugares de lubricación difícil: Realizar gráficos con puntos de lubricación, gráficos para visualizar indicadores de nivel de aceite, filtros, regulados y lubricador. Y completar nivel y cambiar lubricantes.
- Simplificar las tareas de lubricación: Reponer los indicadores de nivel de aceite, entradas de lubricantes, filtros, regulador, etc. Estandarizar los tipos de lubricante a utilizar en los equipos; diseñar nuevos medios para la lubricación manual sea más rápida; y tomar acciones para evita que se contaminen las entradas de lubricante.

### 4.3 PASO 3: ESTABLECER ESTÁNDARES DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN

Ya establecidos los pasos 1 y 2 del mantenimiento autónomo, se debe garantizar que los pasos se cumplan y se mejore los objetivos para mantener el equipo en las condiciones óptimas de operación. Todo esto se logra cuando todo el personal involucrado en el equipo asume la responsabilidad de mantener su equipo en perfectas condiciones, estandarizando los procesos de limpieza, lubricación e inspección.

Es importante que al momento de preparar estos estándares y puntos de chequeo, se tenga en cuenta la motivación y participación del personal operativo, debido a que el personal nunca seguirá apropiadamente los estándares mientras la dirección practique un estilo de mando coercitivo donde se exprese “Nosotros establecemos los estándares, y tú los obedeces”, debe existir un ambiente de confianza para la mayor participación de todos los involucrados, informarles la importancia de los estándares de chequeo, que beneficios obtendrían al realizarlos; al momento de realizar los estándares, los operarios tardarán mucho tiempo en acoplarse, perdiendo tiempo y producción, pero a largo plazo se verán los resultados positivos de realizar estos estándares; el equipo puede tener muchos puntos de chequeo, baja iluminación, muy difíciles de acceder, pero de esto depende mucho la responsabilidad del operario para aplicar correctamente el paso 2, reduciendo tiempos de chequeo y limpieza, brindando nuevas ideas para que esta tarea, sea cada vez más cómoda de realizar y en menor tiempo; de esto depende obtener los mejores resultados al implementar el mantenimiento autónomo.

Al desarrollar el estándar de limpieza, lubricación e inspección apropiada para mantener el equipo en sus condiciones óptimas, los operarios formularán nuevos estándares para prevenir el deterioro ejecutando chequeos diarios, para esto se sigue la siguiente guía:

#### 4.3.1 Guía para preparar estándares

El objetivo de estandarizar los procesos, figura 10<sup>19</sup> es facilitar al operario realizar fácil, correctamente y sin omisiones los chequeos diarios, respondiendo las siguientes preguntas: ¿Dónde?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, ¿Quién?, ¿Cómo?

Agregando los siguientes puntos:

- Elementos de inspección: Todo el equipo debe reunirse, para compartir experiencias y así definir qué lugares se deben limpiar, inspeccionar y lubricar con el objetivo de mantener el equipo en las condiciones básicas.
- Puntos clave: Cada uno debe analizar qué es lo que puede ocurrir si no se realiza el ajuste, lubricación y limpieza correctamente, el objetivo de esto es comprender y recordar el problemas que puede generarse si no se mantiene las condiciones básicas del equipo.
- Métodos: Se debe realizar métodos fáciles y muy eficientes para la inspección, además se debe diseñar controles visuales claros que permita la inspección correcta y sea muy fiable.
- Herramientas: Se debe definir la herramienta adecuada para limpiar , inspeccionar y lubricar, y etiquetarla claramente.
- Tiempos: Se debe definir cuanto tiempo se tarda en realizar cada actividad y se debe establecer objetivos alcanzables. Los tiempos tiene que acortarse sucesivamente acumulando mejoras diseñadas para simplificar y minimizar el trabajo manual.
- Intervalos: Se debe definir la frecuencia que se deben realizar las inspecciones y supervisar el logro de los objetivos. Se proyectan y acumulan mejoras para prolongar los intervalos de inspección.
- Responsabilidad: Cada operario se le debe asignar una tarea, para que este operario sea responsable de esta actividad y siga el protocolo a pie de la letra y no se le olvide nada.

---

<sup>19</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en Industrias de Procesos. P 87-119

Figura 19. Formato estándar de mantenimiento autónomo.

TPM	Estándar de mantenimiento autónomo, (limpieza, chequeo y lubricación)		Grupo Líder							
	Localización: CCR		Tarjeta n.º							
	Equipo: Cristalizadores 1-4									
<b>Chequeo a través de la limpieza</b>										
Pieza	Estandar	Metodo	Herramienta	Acción en caso anormal	Tiempo (min)	Intervalo			Responsable	
						D	S	M	M	
1. Sección motor	No suciedad/derrame No vibración, ruido anormal, sobrecalentamiento	Limpiar		—	10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.1 Transmisión				Informe a supervisor		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.2 indicador nivel aceite	Cantidad especificada		—	Llenar hasta marcar	.(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.3 cadena y dientes	No ruido anormal, lubricación adecuada			Lubricar		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2. Cojinete exterior	Limpio	Limpiar	—	—	10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.1 collarín	Sin fugas			Apretar o reemplazar	.(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.2 cojinete	Sin sobrecalentamiento o holgura		—	Lubricar, observar, apretar si es necesario	.(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.3 Caja de agua enfriam.	Sin fugas			Apretar o reemplazar	.(0.5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3. Arbol interior	limpio	Limpiar		—	sem 12.5 pres 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.1 collarín	Sin fugas			Apretar o reemplazar	.(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.2 cojinete.	Sin sobrecalentamiento o holgura		—	Lubricar, observar, apretar si es necesario	.(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.3 Caja de aceite collarín	no acumulacion	Recup	Rascador	Chequear caja estanca	10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.4 Tornillo Cojinete rueda estrizada	No ruido inusual, sobrecalentamiento o deformacion pasos tornillo		—	Informe a supervisor	3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>LUBRICACION</b>										
Punto de engrase	Tipo de lubricacion	Cantidad lubricante	Metodo	Herramienta	Tiempo (min)	Intervalo			Responsable	
						D	S	M	M	
1.1 Reductor velocidad	↕		↕	↕	10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.3 Cadena	↕		↕	↕	0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.2 Cojinete exterior	↕		↕	↕	3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.2 cojinete interior	↕	↕	↕	↕	↕	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.5 Caja Tornillo					10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2X

Fuente: Libro TPM en industrias y procesos P118

## 4.4 HERRAMIENTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PASOS AUTONOMOS 1,2 Y 3

A continuación se mencionan las herramientas que se pueden utilizar para implementar los pasos autónomos 1, 2 y 3, cualquiera de las siguientes herramientas pueden ser utilizadas en cualquiera de estos tres pasos.

### 4.4.1 Tarjetas de anomalías

#### 4.4.1.1 Tarjeta roja

La función de la tarjeta roja es informar una anomalía detectada en el equipo que solo puede ser solucionada a través del departamento técnico de mantenimiento, puede ser diligenciada por cualquier persona que tenga contacto con el equipo, así como el operario, supervisor, coordinador, director etc..., en esta tarjeta se deben registrar todos los datos del equipo o la línea que presenta esta anomalía, se debe reportar el paso autónomo del que se reporta la anomalía, se debe reportar el tiempo previsto para solucionar la anomalía, debe ir con un número de seguimiento consecutivo y el nombre de la persona que reporta la anomalía, es muy importante que en esta tarjeta se describa la irregularidad detectada, no se debe reportar la solución al daño encontrado, el objetivo de esta tarjeta es prevenir un daño mayor en el equipo y conservar las condiciones básicas de él

#### 4.4.1.2 Tarjeta Azul

La función de la tarjeta azul es informar una anomalía detectada en el equipo que puede ser solucionada por las personas de la línea o área de trabajo operativa, puede ser diligenciada por cualquier persona que tenga contacto con el equipo, así como el mismo operario, supervisor, coordinador, personal de mantenimiento etc..., esta tarjeta contiene la misma información de la tarjeta roja, únicamente cambia quien es responsable de ejecutarla.

Tanto las tarjetas rojas como las azules deben tener copia para dejar una tarjeta en el equipo y otra tarjeta la debe llevar o registrar la persona encargada de dar solución, cuando la tarjeta es resuelta se deben guardar en un registro para poder realizar un seguimiento de anomalías y llevar el registro histórico de los equipos intervenidos, con el fin de cuantificar a través del tiempo la reducción y mantenimiento de estas anomalías. . A continuación encontramos un ejemplo de cómo se debe llenar la tarjeta que se propuso para Brinsa S.A

Figura 20. Ejemplo del diligenciamiento de tarjetas.

**TARJETA No.** 0051

BRINSA S.A. PILAR AUTÓNOMO

BLANCOX

FECHA: 17-03-2017

LÍNEA: 44 Day Pack

REPORTADO POR: Javier Ahumada

PRIORIDAD:  A  B  C

TIPO DE ANORMALIDAD

1 Fallos menores  2 Condición básica  3 Difícil acceso  4 Fuente contamin.  5 Defecto calidad  6 Organización/orden

DESCRIPCIÓN PROBLEMA

Tapero debajo de la máquina.

REALIZADO POR: Soda Abcoi

FECHA: 17-03-2017.

**TIPO DE ANORMALIDAD**

1. FALLOS MENORES.  
2. CONDICION BASICA  
3. DIFICIL ACCESO  
4. FUENTE CONTAMINACION  
5. DEFECTO CALIDAD  
6. ORGANIZACION/ORDEN

**# CONSECUTIVO**

**FECHA REPORTE**

**LÍNEA PRODUCCIÓN**

**REPORTADO POR**

**PASO**

**PRIORIDAD**  
A- 1 DIA  
B- UNA SEMANA  
C- UN MES

**DESCRIPCIÓN PROBLEMA**

**FECHA DE SOLUCIÓN Y PERSONA QUE SOLUCIONO**









Autores

#### 4.4.2 Lecciones de punto único

Esta herramienta está diseñada para que los operarios aprendan a reconocer anomalías de manera fácil y rápida, usando hojas preparadas con diagramas para facilitar su identificación y que luego se convierten en lecciones aprendidas para aumentar el nivel de los grupos autónomos por medio de la transferencia del conocimiento, estas lecciones de un punto ayudan a estimular el trabajo en equipo y aumentan el compromiso del operario con su función autónoma, la LUP debe contener el título claro sobre el contenido a tratar, la persona que la realizó, la fecha, el tema general a tratar, el número de consecutivo y la aprobación por parte del líder del pilar autónomo o del líder general de TPM.












A continuación se muestran unos ejemplos aplicados de LUP'S:

Figura 21. Ejemplo Lups

		HOJA DE LECCION DE UN PUNTO					
<b>CLASIFICACION</b>		Elemento: TIPOS DE TORNILLO					
Conocimiento basico	<input checked="" type="checkbox"/>	Numero: TT-01					
Casos de Mejora	<input type="checkbox"/>	Fecha elaboracion: 7 DE MARZO DE 2017					
Casos de problema	<input type="checkbox"/>	Preparado por: TEC. ANDRES					
Seguridad	<input type="checkbox"/>	Aprobado por: ING. ALEXANDER					
TEMA: identificacion de Tipos de cabeza de los tornillos							
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <b>Tornillo cabeza hexagonal</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Tornillo cabeza redondeada</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Tornillo cabeza plana o avellanada tipo allen</b> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">   <b>Tornillo cabeza cilindrica allen</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Tornillo cabeza torx</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Tornillo cabeza Phillips</b> </div> </div>							
Observaciones:							
RESULTADOS	FECHAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	INSTRUCTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PARTICIPANTES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autores

Figura 22. Ejemplo LUPS

		HOJA DE LECCION DE UN PUNTO					
<b>CLASIFICACION</b>			Elemento: HERRAMIENTA MANUAL				
Conocimiento basico	<input checked="" type="checkbox"/>	Numero HM-01					
Casos de Mejora	<input type="checkbox"/>	Fecha elaboracion: 7 DE MARZO DE 2017					
Casos de problema	<input type="checkbox"/>	Preparado por: TEC. ANDRES					
Seguridad	<input type="checkbox"/>	Aprobado por: Ing. Wilson Suarez					
TEMA: Tipo de herramienta manual							
 <b>Llave ajustable</b>  <b>lave combinada boca-anillo</b>  <b>Alicate</b>							
 <b>Alicate de presion</b>  <b>Destornilladores</b>  <b>Dados/cubos</b>							
 <b>Llaves hexagonales</b>  <b>Cinta metrica</b>  <b>Remachadora manual</b>							
Observaciones:							
<b>RESULTADOS</b>	<b>FECHAS</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>INSTRUCTOR</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>PARTICIPANTES</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

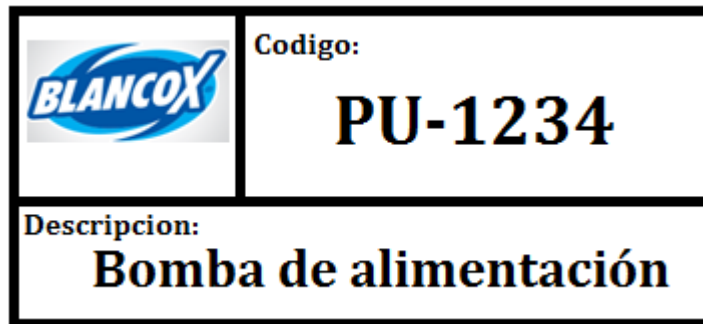
Autores

#### 4.4.3 Identificación visual de planta

La clave principal para realizar las tareas de limpieza, chequeo, lubricación y ajuste es que sean fáciles de realizar por cualquier persona, el método más sencillo y eficaz es utilizar controles visuales, estos medios visuales se pueden colocar en el equipo para indicar las condiciones de operación, direcciones de giro y sentidos de flujo como pueden ser las siguientes adaptaciones:

- Marcar cada equipo con su nombre y código para identificación inmediata

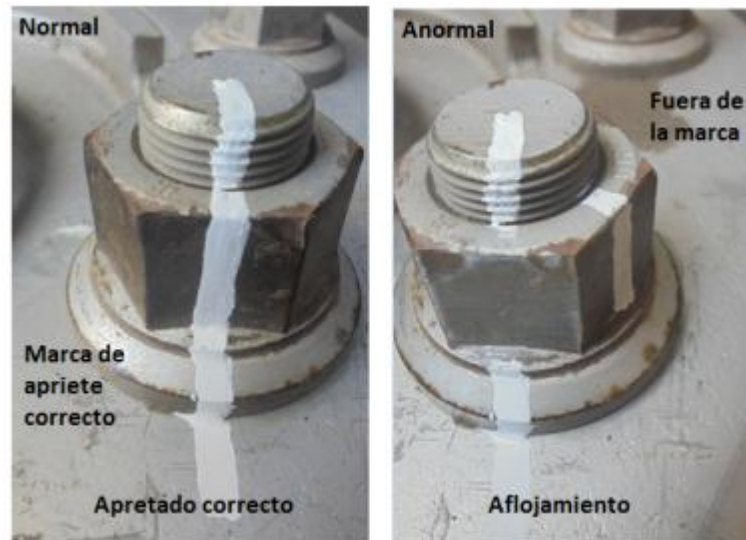
Figura 23. Identificación Bomba



Autores

- Poner marcas en tuercas y pernos indicando el nivel de apriete para facilitar la inspección visual

Figura 24. Marca de apriete pernos



Autores

- Señalar en instrumentos como indicadores de presión, niveles de lubricante y demás los rangos óptimos de operación

Figura 25. Indicadores de presión



Autores

- Etiquetar las direcciones de giro de las correas y bandas de transmisión, para inspeccionar visualmente e identificar las correas y bandas para facilitar su inspección

Figura 26. Sentido de giro



Autores

- Etiquetar los tubos con su dirección de flujo y contenidos mejorando la operatividad, mantenibilidad y seguridad.

Figura 27. Dirección de flujo



Autores

- Establecer indicadores on/off en las válvulas y conmutadores

Figura 28. Indicador On/Off



Autores

#### 4.4.4 Formato estándar de lubricación, limpieza y ajuste

Para cada equipo se deberá contar con un formato estándar donde este registrada la información a tener en cuenta en el momento de la limpieza, ajuste, lubricación como método de inspección. el formato debe contener en su registro el nombre del equipo, su localización , una imagen del equipo con la identificación de los puntos a limpiar, ajustar o lubricar, el estándar de la actividad según corresponda, el método que se requiera utilizar (visual, manual, auditivo, de limpieza manual o lubricación manual), con que herramienta se debe realizar la actividad, la acción a realizar cuando se encuentre una anomalía, el tiempo que tarda la actividad, el intervalo de tiempo en el que se debe realizar la inspección y el responsable de ejecutar la actividad, a continuación se tiene el siguiente ejemplo para la realización del formato estándar. Fig.



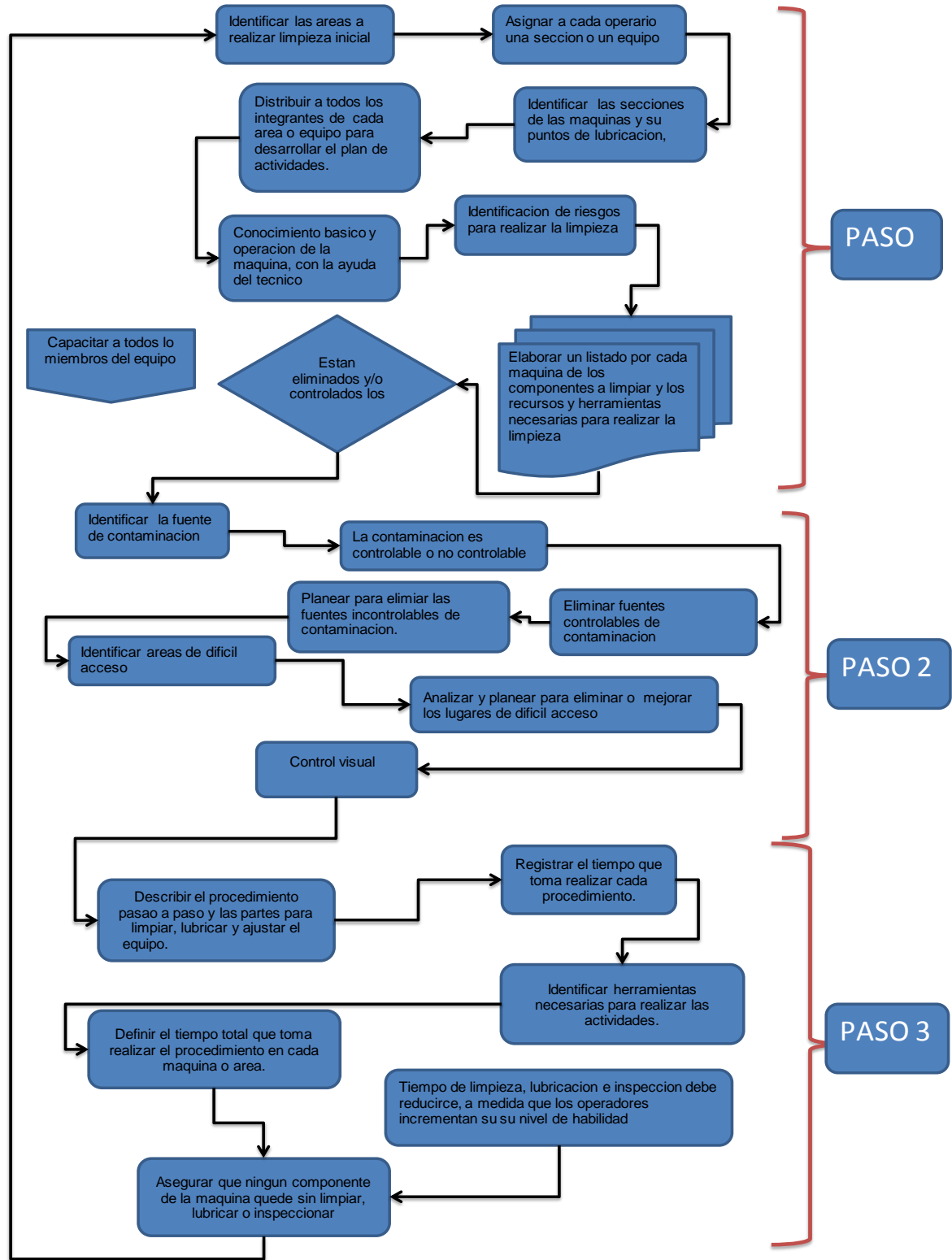
## **5. MODELO PARA IMPLEMENTACION DE LOS PRIMEROS 3 PASOS DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO.**

El objetivo del modelo para la implementación de los 3 primeros pasos de mantenimiento autónomo, es identificar anomalías de la limpieza e inspección utilizando los cinco sentidos, registrar las anomalías encontradas.

Disminuir los tiempos de limpieza e inspección, de tal forma que faciliten estas acciones para volverlas una disciplina, previniendo fugas, derrames, eliminando lugares de difícil acceso que por su forma y ubicación dificultan el acceso y labores de las actividades.

Y con la estandarización de las actividades de limpieza, lubricación e inspección se garantiza el mantenimiento de los logros obtenidos en los pasos 1 y 2, alcanzando las condiciones básicas y estableciendo un sistema que mantenga estas condiciones básicas para elevar así la confiabilidad del equipo.

Figura 30. Flujograma implementación paso 1, 2 y 3 del mantenimiento autónomo.



Autores

## 6. IMPLEMENTACIÓN PASO 1,2 Y 3 LINEA DE PRODUCCIÓN 50 Y 44

### 6.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Figura 31. Cronograma para la implementación Paso 1.

IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PASO 1, 2 Y 3 LINEA 50 Y 44		CRONOGRAMA															
ITEM	ACCION	dic-16				ENERO				FEBRERO				MARZO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Actividad realizada	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Actividad programada																
PASO 1 LIMPIEZA INICIAL																	
0	Definir el area de trabajo donde se hara la limpieza																
1	Definir los equipos principales, auxiliares y alrededores																
2	Capacitar en el conocimiento de las 5s, mediante LUPS																
3	Definir la mision del equipo conformado																
4	Elaboracion esquema de la maquina																
5	Identificar fuentes de alimentacion: electrica, neumatica, hidraulica y materia prima																
6	Identificar todos los problemas de seguridad potenciales																
7	Identificar el equipo de seguridad necesario para la limpieza																
8	Identificar la forma de apagar y bloquear el equipo, utilizando LUPS																
9	Realizar un listado de herramientas necesarias para la limpieza																
10	Limpiar a fondo la tierra, polvo y manchas en el equipo y alrededores																
11	Limpieza, lubricacion e inspeccion general al equipo																
12	identificar problemas potenciales																
13	Registrar los defectos encontrados en las tarjetas																
14	Relacionar los defectos encontrados en la lista de defectos.																
15	Clasificar los defectos encontrados por prioridad																
16	Corregir los defectos según prioridad																
17	Realizar nuevos LUPS con los defectos encontrados y las mejoras realizadas.																

IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PASO 1, 2 Y 3 LINEA 50 Y 44																						
ITEM	ACCION	CRONOGRAMA																				
		dic-16			ENERO			FEBRERO			MARZO											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	Actividad realizada																					
	Actividad programada	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
PASO 1 LIMPIEZA INICIAL																						
18	Identificar las areas de dificil acceso para limpiar																					
19	Identificar fuentes de contaminacion (polvo, fugas)																					
20	Clasificar fuentes de contaminacion en controlables y no controlables.																					
21	Organizar un tablero de actividades TPM que muestre las anomalias y su solucion, para temas de capacitacion																					
22	Tomar medidas tentativas para las fuentes de contaminacion controlables																					
23	Documentar las medidas tentativas para las fuentes de contaminacion controlables.																					
24	elaborar un plan de accion para la limpieza de la maquina.																					
25	asignar un lugar para mantener los elementos de limpieza en orden																					
26	Asignar a personas para la realizacion de la limpieza de la maquina.																					
27	Verificar si se esta realizando la limpieza de la maquina según el plan																					

Figura 32. Cronograma para la implementación Paso 2.

IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PASO 1, 2 Y 3 LINEA 50 Y 44																							
ITEM	ACCION	CRONOGRAMA																					
		dic-16				ENERO				FEBRERO				MARZO									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1
	Actividad realizada	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1
	Actividad programada																						
PASO 2 ELIMINAR LAS FUENTES DE CONTAMINACION Y PUNTOS INACCESIBLES																							
28	Definir los equipos principales, auxiliares y alrededores																						
29	Definir la mision del equipo conformado																						
30	Capacitar a los operarios, profundizando en la maquina que operan, para que planteen soluciones de mejora a nivel alto.																						
31	Reunir los datos cuantitativos sobre el volumen de fugas, derrames, lugares inaccesibles y otros																						
32	analizar las fuentes de contaminacion y puntos inaccesibles																						
33	Comprobar con precision la naturaleza de la contaminacion, como y donde se genera.																						
34	Clasificar las fuentes de contaminacion encontradas por prioridad, costo y tiempo																						
35	Realizar un plan de accion para corregir o mejorar las fuentes de contaminacion y accesibilidad.																						
36	Asignar a personas y/o contratistas para realizar las mejoras.																						
37	Reducir persistentemente las fuentes de contaminacion. (mejoras sucesivas)																						
38	Eliminar o mejorar las areas de dificil acceso																						
39	Registrar en Lups la eliminacion y las mejoras realizadas																						
40	Organizar en el tablero de actividades TPM que muestre las anomalias y su solucion, para temas de capacitacion																						
41	reducir tiempos, preparando un resumen de actividades de chequeo con fotos y esquema de la maquina.																						
42	verificar que si se este realizando las correcciones, según el plan de accion.																						

Figura 33. Cronograma para la implementación Paso 3.

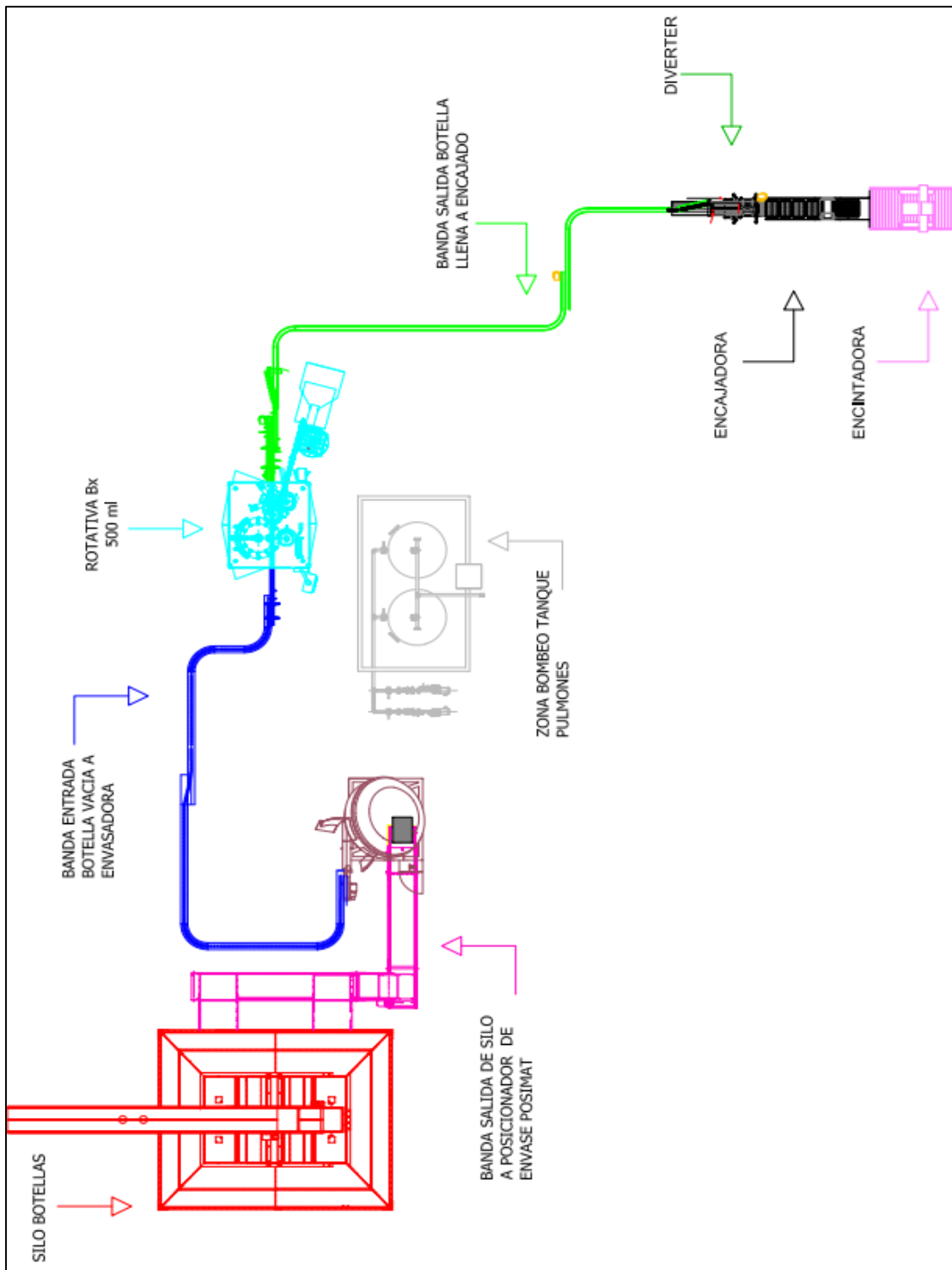
IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PASO 1, 2 Y 3 LINEA 50 Y 44																								
ITEM	ACCION	CRONOGRAMA																						
		dic-16			ENERO			FEBRERO			MARZO													
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1
	Actividad realizada																							
	Actividad programada	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1
<b>PASO 3 ESTABLECER ESTANDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACION</b>																								
28	Reunion para establecer los estandares de limpieza, lubricacion e inspeccion																							
29	identificar los puntos que deben ser lubricados.																							
30	identificar las areas que se deben inspeccionar																							
31	identificar las areas que se deben limpiar																							
32	Definir tiempos para cada tarea y objetivos																							
33	Definir frecuencia de las inspecciones																							
34	Asignar tareas al personal																							
35	Capacitar al personal asignado todas sus funciones.																							
36	Definir metodos simples para inspeccionar y diseñar controles visuales																							
37	Definir personal para aplicación controles visuales e inspeccion																							
38	Aplicación metodo de controles visuales e inspeccion																							
39	Definir personal para aplicación controles visuales																							
40	Definir herramienta para realizar la limpieza, inspeccion y lubricacion.																							
41	Etiquetar herramienta para cada aplicación																							
42	Definir formatos estandar de mantenimiento autonomo para cada equipo																							
43	verificar que los formatos esten correctamente diligenciados.																							
44	Analisis de ahorro de tiempos de inspeccion y limpieza																							

Autores.

## 6.2 IMPLEMENTACION LINEA DE PRODUCCION 50

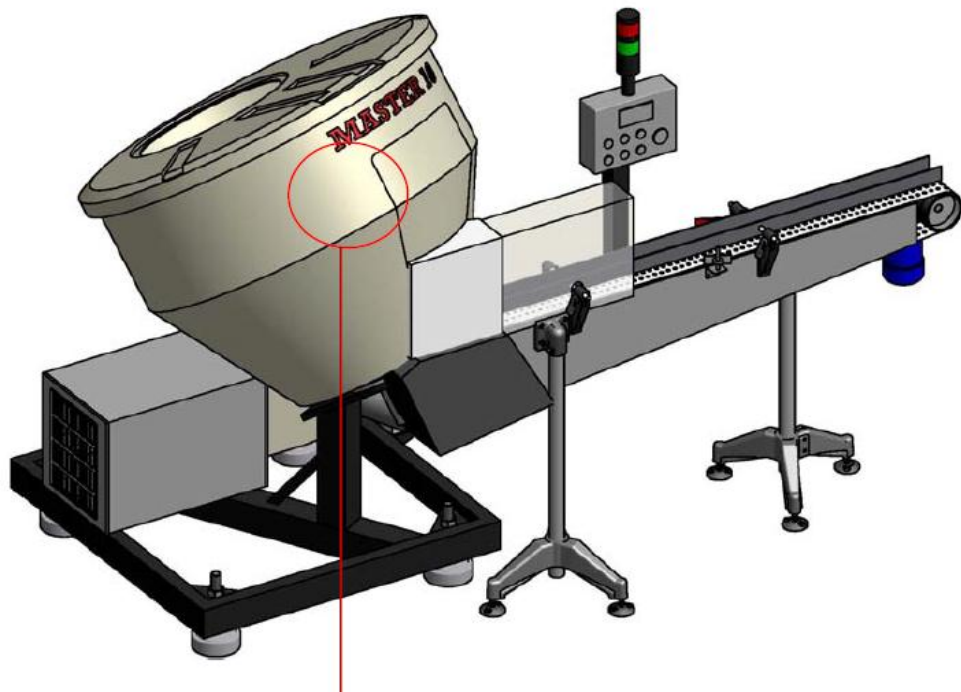
La línea de producción # 50 es una línea de producción donde se envasa la botella de 500 ml con blanqueador desinfectante poder natural, este producto es el producto de mayor consumo en los hogares colombianos, teniendo una demanda de producción alta que convierten la línea 50 en una línea crítica para la operación de la planta donde se puede ejecutar el modelo piloto esperando cambios visibles y medibles para poder justificar en un futuro la implementación de toda la planta del modelo TPM; esta línea cuenta con dos silos de alimentación donde llegan las botellas vacías para luego pasar por el equipo posicionador de envase fig. 26, este posiciona las botellas con la boca hacia arriba para luego ser transportada por las bandas transportadoras y pasar a la envasadora de principio rotativa que realiza el proceso de llenado y tapado en simultaneo, las botellas llenas son llevadas luego al sistema de encajado donde luego son entregadas en la banda principal que las envía al centro de distribución.

Figura 34. Línea de producción 50.



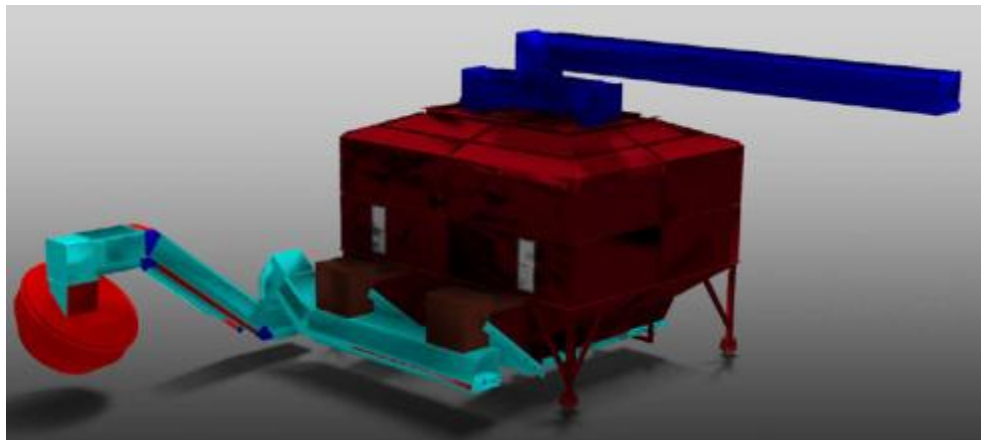
Fuente: Brinsa intranet

Figura 35. Posicionador de envase, Línea 50.



Fuente: Manual de operaciones Posicionador de envase

Figura 36. Xilo botellas



Fuente: Manual de usuario

### 6.3.1 Implementación Paso 1 línea 50

Para la implementación del paso 1 en la línea 50 se dictaron tres capacitaciones con los líderes de las líneas en los tres turnos de trabajo, los supervisores de operación y los coordinadores de producción, en esta capacitación se les explico el concepto de TPM, una pequeña reseña histórica de su origen, las empresas que lo han implementado a nivel mundial, las exitosas y reconocidas empresas que lo tienen implementado en Colombia con algunos resultados obtenidos, se les inculco una visión de a donde se pretendía llegar con la implementación de los 3 primeros pasos y la importancia del trabajo en equipo entre el área de producción y mantenimiento, se capacitaron en el pilar de mantenimiento autónomo profundizando en los primeros tres pasos y la importancia del paso cero(5s) como base del pilar autónomo.

Figura 37. Capacitación líder de líneas



Autores

Luego de realizada la capacitación se procedió a programar la parada de la línea y se realizó el ejercicio de limpieza profunda, bajo los lineamientos del TPM se inició con una inspección por medio de los sentidos revisando todas la anomalías que tenía el equipo y posterior a este ejercicio se realizó la limpieza profunda retirando las guardas de seguridad de todo el equipo y se realizó la actividad de tarjeteo del equipo, en esta actividad participo el personal de mantenimiento y los líderes de operación de la línea fomentando el trabajo en equipo, de la actividad se encontraron las siguientes anomalías.

Figura 38. Oxidación de juego de manejo para botella.



Autores

Figura 39. Fuente de contaminación, desperdicio de tapas dentro de guardas.



Autores

Figura 40. Guías de bandas con avanzado estado de oxidación.



Autores

Figura 41. Acumulación de suciedad en distanciadores de bandas.



Autores

Figura 42. Cable excesivo, evitando cierre tablero eléctrico.



Autores

Figura 43. Revisión de condiciones básicas con ayuda de los planos de fábrica.



Autores

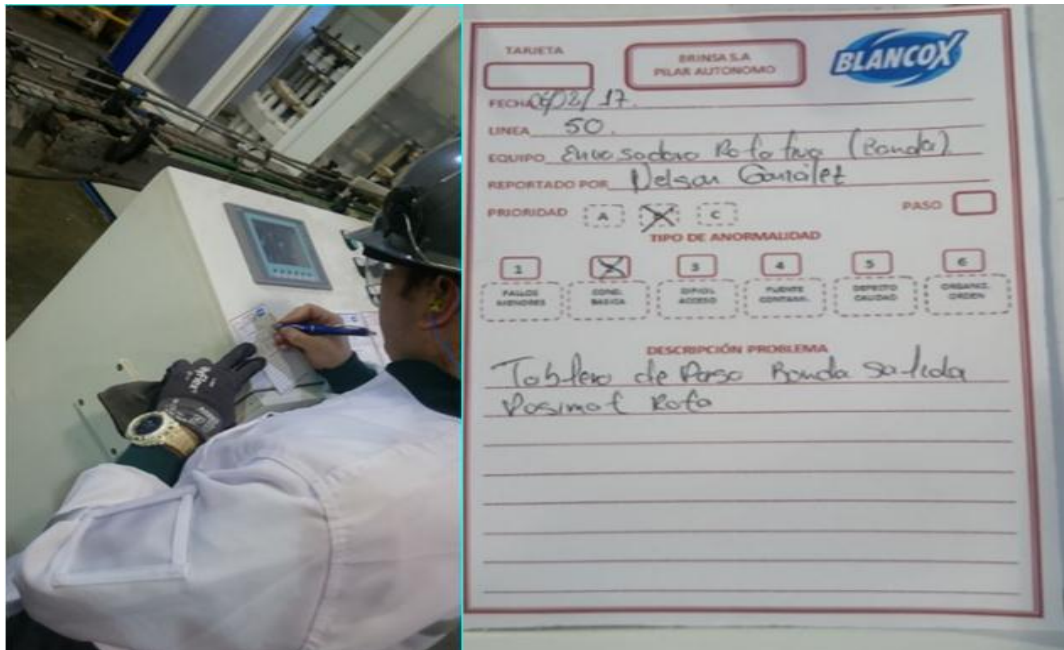
Para dar inicio a las actividades de reporte de anomalías se establecieron una tableros auxiliares pequeños para el reporte de las tarjetas, estos se realizó para centrar la información y evitar que se dañaran las tarjetas al ser mojadas por el producto, también se dio inicio a los tableros auxiliares para arrancar con las actividades y no esperar hasta tener un tablero constituido para iniciar.

Figura 44. Entrega de tarjetas para reporte de anomalías



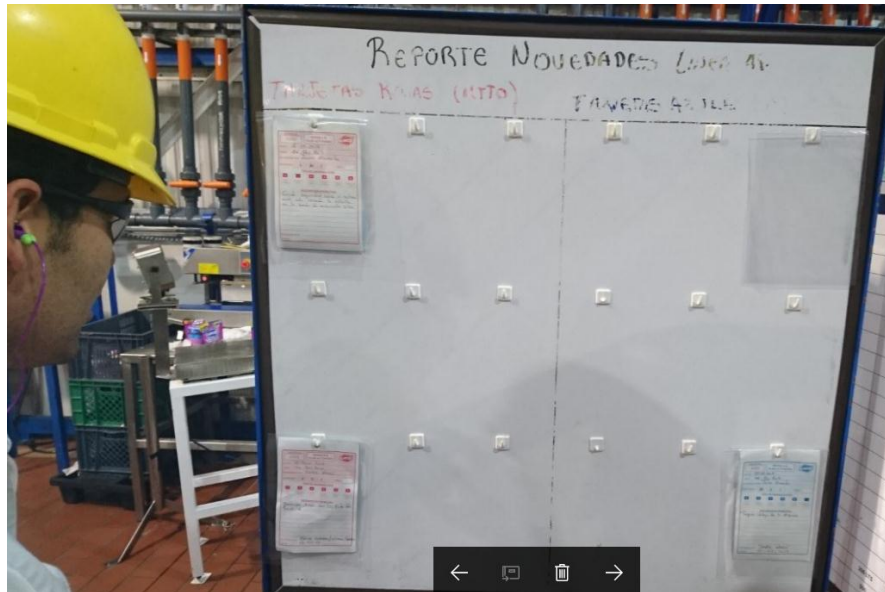
Autores

Figura 45. Actividad de reporte de tarjetas



Autores

Figura 46. Tablero para reporte de anomalías



Autores

Después de realizar la identificación se dieron solución a las anomalías reportadas en las tarjetas y en esta línea de producción # 50 se tuvieron los siguientes cambios.

Figura 47. Retiro de foco de contaminación en la parte inferior del equipo



Autores

Figura 48. Limpieza de banda para remoción de óxido, realizada por el operador.



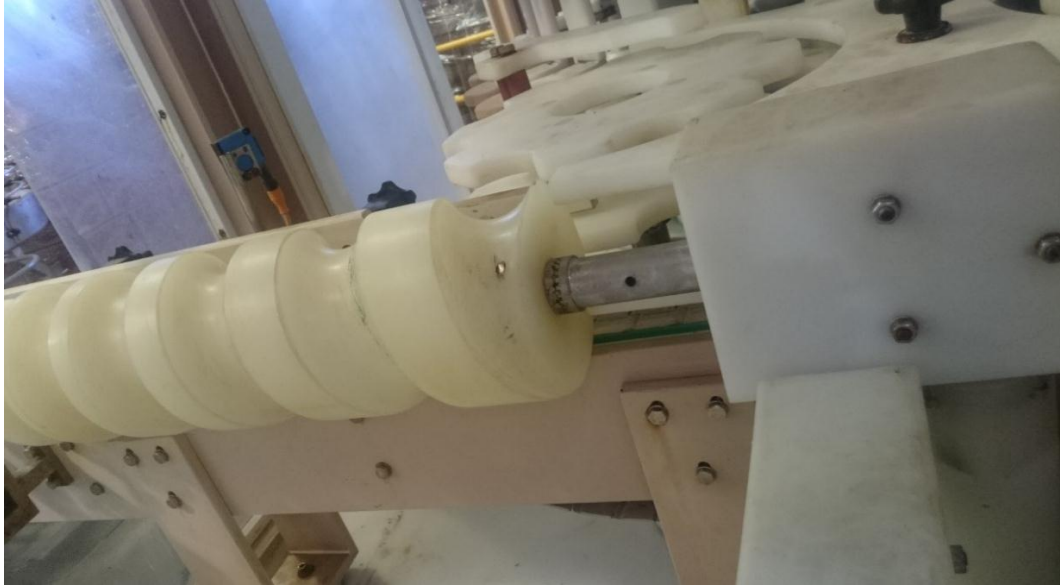
Autores

Figura 49. Remoción de óxido y aplicación de decapante para sellado.



Autores

Figura 50. Limpieza y lubricación de tornillo sinfín de ingreso



Autores

Figura 51. Limpieza de Boquillas



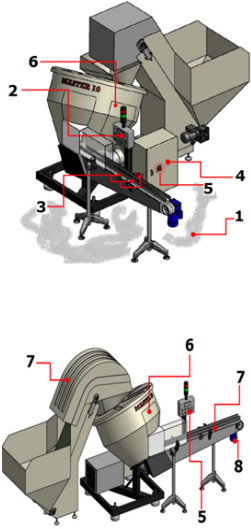


Autores

### 6.3.2. Implementación modelo paso 2 y 3 línea 50.

Para la implementación de estos pasos 2 y 3 se requieren los resultados obtenidos de la implementación del paso 1. Al registrar todas las anomalías, contaminación que se encontraron al realizar una inspección profunda al equipo, se analizan los resultados obtenidos y se desarrolla una propuesta modelo de estándar de mantenimiento autónomo para línea 50, que va de la mano con el cronograma de actividades de la figura 31 y 32 anteriormente indicadas. Con este formato el objetivo es llevar la máquina a sus condiciones básicas, definir el tiempo requerido para la inspección, identificar las herramientas a utilizar, reducir el tiempo a medida que los operadores incrementan su nivel de habilidad y asegurar que ningún componente de esta máquina se quede sin inspeccionar. Figura 51.

Figura 52. Propuesta Modelo de estándar de mantenimiento autónomo<sup>20</sup> para la línea 50

		Estándar de mantenimiento autónomo. (limpieza, chequeo y lubricación)					Grupo				
		Localización: LINEA 50		Equipo: POSIMAT MASTER			Lider	Tarjeta n.º			
Chequeo a través de la limpieza											
	Pieza	Estandar	Metodo	Herramienta	Accion en caso anormal	Tiempo (min)	Intervalo				Responsable
	D	S	M	A							
	1. Piso	No suciedad en el piso	Limpiar	Escoba	_____	15	X				Operador
	Panel de control	No suciedad en la pantalla	Limpiar	Paño y limpiador	_____	5			X		Operador
	3 Fococelulas y reflectores	No suciedad en fotocelulas y reflectores	Limpiar	Paño y limpiador	Informar a supervisor o personal de mantenimiento para reparacion o cambio (1 minuto por componente)	1	X				Operador
	4. Filtros ventilador (Cuadro electrico)	Sin fugas de aire y no acumulacion de polvo	Visualizar y oír	_____	Reemplazar filtros de aire cada 5.000 horas, personal mantenimiento	15		X			Operador
	5. Paros de emergencia	Funcionamiento correcto	Pulsar Stop	_____	Informar a supervisor o personal de mantenimiento	5	X				Operador
	6. Seguridad Puertas	Cerrada corectamente y micro-conectores ok	Abrir y cerrar	_____	Informar a supervisor o personal de mantenimiento para revision microconectores	1			X		Operador
	7. Cinta transportadora salida y entrada	Tensionada y centrada corectamente, no ruido anormal	Visualizar y oír	_____	Informar a supervisor o personal de mantenimiento para centrar y/ o tensionar	10	X				Operador
	8. Motoreductor	No suciedad y No fugas de aceite, nivel aceite ok	Limpiar	Paño y limpiador	Completar nivel y si tiene fugas informar al personal de mantenimiento. Cambio de aceite cada 2 años o 10.000 horas	5			X		Operador
9. Estructura	No tener laminas coroidas, sueltas, fracturadas	Visualizar y oír	_____	Si se encuentra alguna parte de la estructura de la maquina, informar a personal de mantenimiento	15			X		Operador	
TOTAL							31	15	26		
LUBRICACION											
Punto de engrase	Tipo de lubricacion	Cantidad lubricante	Metodo	Herramienta	Tiempo (min)	Intervalo				Responsable	
D	S	M	A								
9. Motoreductor	Aceite ISO 68	4 g/s	Aceitera	aceitera	10		X			Operario	
10. Piñon motor principal	Grasa sintetica de extrema presion EPS2	4 lbs	Manual	Grasera manual	15			X		Operario	

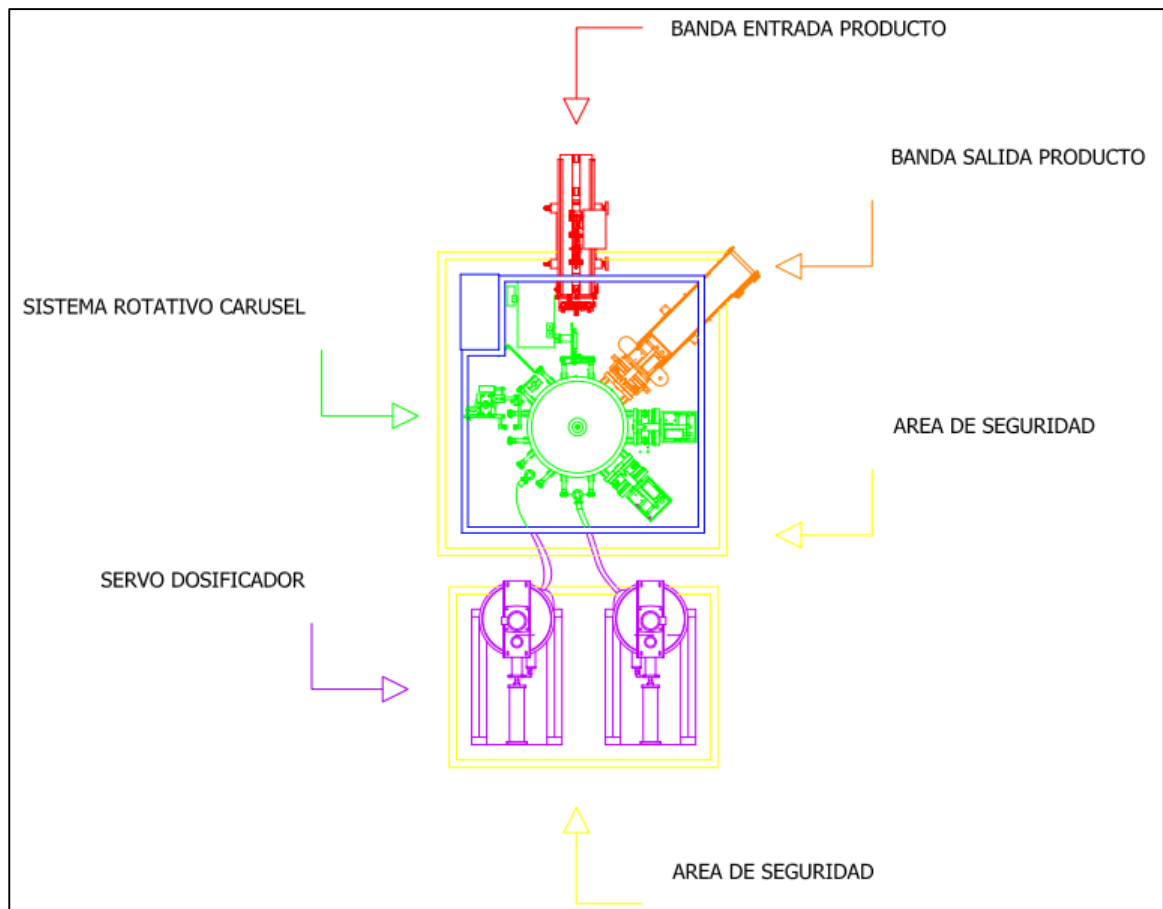
Autores

<sup>20</sup>Fuente: TOKUTARO, Suzuki. TPM en industrias y procesos. Madrid, España. Editorial TGP Hoshin, 1995. P118

### 6.3 IMPLEMENTACION LINEA DE PRODUCCION 44

La línea de producción # 44 fabrica los productos líquidos en formato Doypack que se utilizan como repuesto de los productos envasados en botella, por ser uno de los productos que en este momento lideran el mercado de consumo masivo en el país, el equipo es crítico para alcanzar las metas de producción fijadas mensualmente.

Figura 53. Distribución de planta línea 44



#### BRINSA

El equipo ubicado en la línea 44 es una llenadora de productos doypack de principio rotativa, esta llenadora funciona con la alimentación de bolsas doypack

prefabricadas, tiene 8 estaciones donde cada una realiza una función en el equipo de la siguiente forma:

- Estación 1- Recepción de bolsa: En este punto por medio de un sistema de ventosas es retirada la bolsa doypack de la banda de alimentación y se posiciona en el carrusel de pinzas
- Estación 2 – Transición: Esta estación tiene sujeta la bolsa y realiza una transición entre la estación 1 y 3
- Estación 3 – Apertura de bolsa: En esta sección la bolsa es soplada por su boca superior para realizar la apertura de bolsa, cuando la bolsa es soplada es ayudada por cuatro ventosas posicionadas simétricamente en la parte superior e inferior para mantenerse abierta hasta la siguiente estación
- Estación 4 – Apertura por pinzas: En esta estación se insertan unas pinzas mecánicas para garantizar la apertura del envase y mantenerlo abierto hasta la siguiente estación donde realiza el llenado
- Estación 5 – Llenado principal: En este punto se realiza el llenado del 80% del producto en la bolsa doypack, este producto es dosificado exactamente por un sistema servomotor que da el desplazamiento al cilindro dosificador de acuerdo al tamaño del envase doypack el cual es controlado por el líder del equipo en la pantalla de control que le envía las señales al PLC
- Estación 6 – Llenado secundario: En esta estación con un sistema servomotor y cilindro dosificador igual al de la estación 4 se realiza el ajuste de peso del producto del 20% restante de acuerdo al tamaño del envase doypack.
- Estación 7 – Sellado en caliente: La estación 6 realiza el sellado de la bolsa en la parte superior con un sistema de prensado que es calentado por unas resistencias tipo cartucho
- Estación 8 – Sellado en frío : En esta estación se realiza un sellado en frío de la parte superior realizando un leve grafilado en la parte superior de la

bolsa para evitar fugas de producto y garantizar el selle del producto al 100%, cuando termina este proceso las pinzas del carrusel sueltan la bolsa en la banda transportadora y el producto es recogido para encajarlo

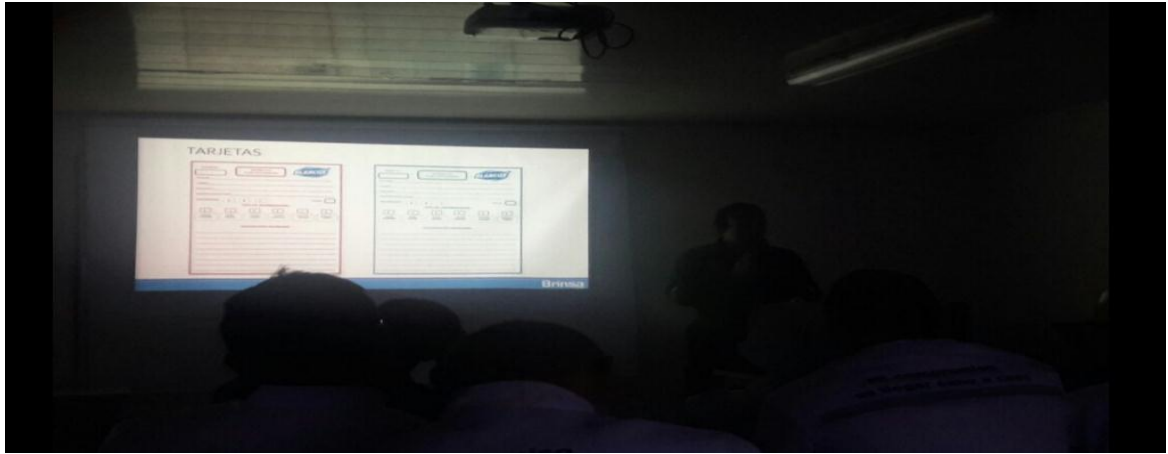
### 6.3.2 Implementación paso 1, línea 44

Para la implementación del paso 1 en la línea 44 se aprovecharon los espacios dados para la capacitación de la línea 50 y se dictaron las mismas tres capacitaciones con los líderes de las líneas, los supervisores de operación y los coordinadores de producción.

Figura 54. Capacitación dada sobre mantenimiento autónomo paso 1,2 y 3



Figura 55. Presentación de tarjetas de anomalías



#### Autores

Luego de realizada la capacitación se procedió a programar la parada de la línea y se realizó el mismo ejercicio realizado en la línea 50, ejercicio de limpieza profunda, inspección por medio de los sentidos, actividad de tarjeteo del equipo con la participación del personal de mantenimiento y los líderes de la línea fomentando también el trabajo en equipo y quedaron los siguientes registros:

Figura 56. Capacitación en sitio



Autores

Figura 57. Contaminación detrás de las guardas



Autores

Figura 58. Contaminación en guardas



Autores

Figura 59. Fuga de aceite en el sistema motriz inferior



Autores

Figura 60. Cartones encontrados tapando derrames, mucha contaminación de aceite



Autores

Figura 61. Segundo sistema servomotor desinstalado



Autores

Figura 62. Resorte dañado y piezas con oxidación



Autores

Figura 63. Banda funcionando con chumacera dañada



Autores

Figura 64. Reporte anomalías

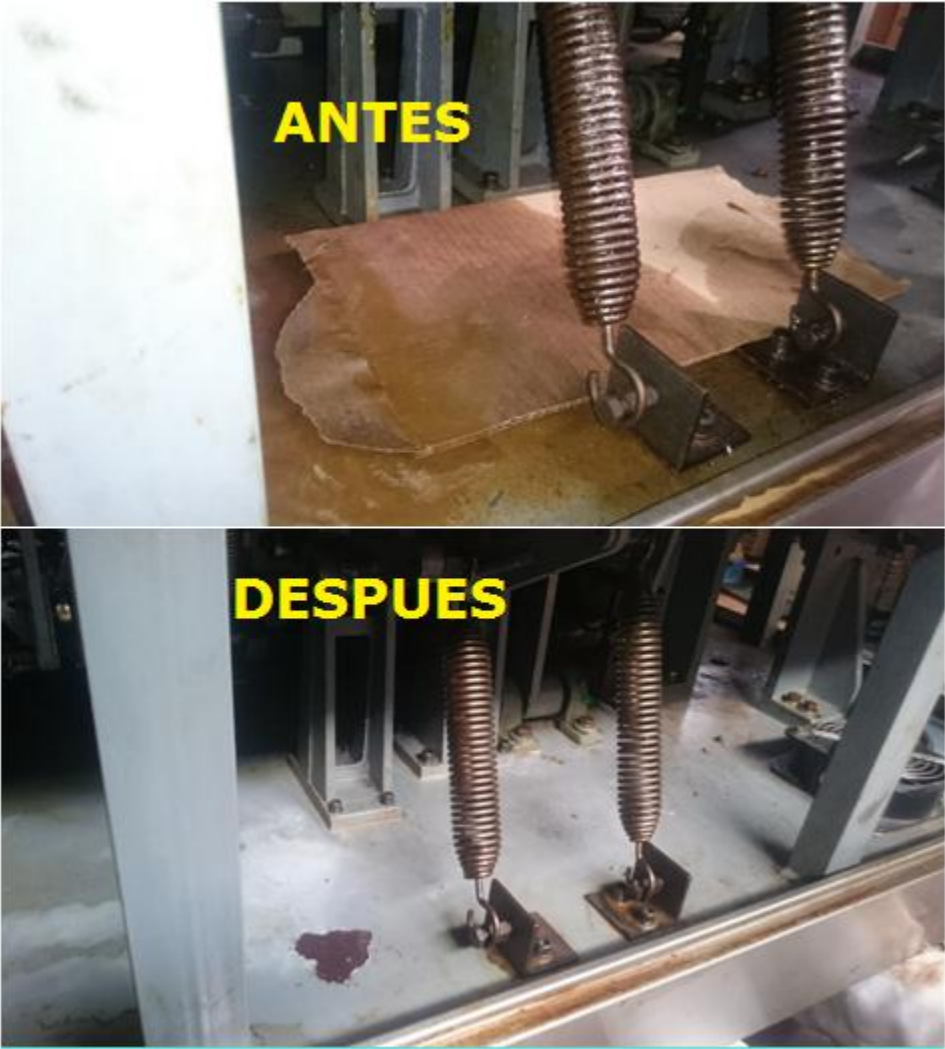
**TARJETA No. 0050** BRINSA S.A. PILAR AUTÓNOMO **BLANCOX**  
FECHA: 16-03-2017  
LINEA: 44 Doy Pack  
REPORTADO POR: Javier Ahumada  
PRIORIDAD: A  B C PASO:   
TIPO DE ANORMALIDAD  
1  2  3  4  5  6   
DESCRIPCIÓN PROBLEMA  
Banda seguridad sobre el sistema donde esta ubicada la estrella en la banda de suministro bobina  
REALIZADO POR:   
FECHA:

**TARJETA No. 0051** BRINSA S.A. PILAR AUTÓNOMO **BLANCOX**  
FECHA: 17-03-2017  
LINEA: 44 Doy Pack  
REPORTADO POR: Javier Ahumada  
PRIORIDAD:  B C PASO:   
TIPO DE ANORMALIDAD  
1  2  3  4  5  6   
DESCRIPCIÓN PROBLEMA  
Tropa debajo de la Máquina  
REALIZADO POR: Soda Abcon  
FECHA: 17-03-2017

### Autores

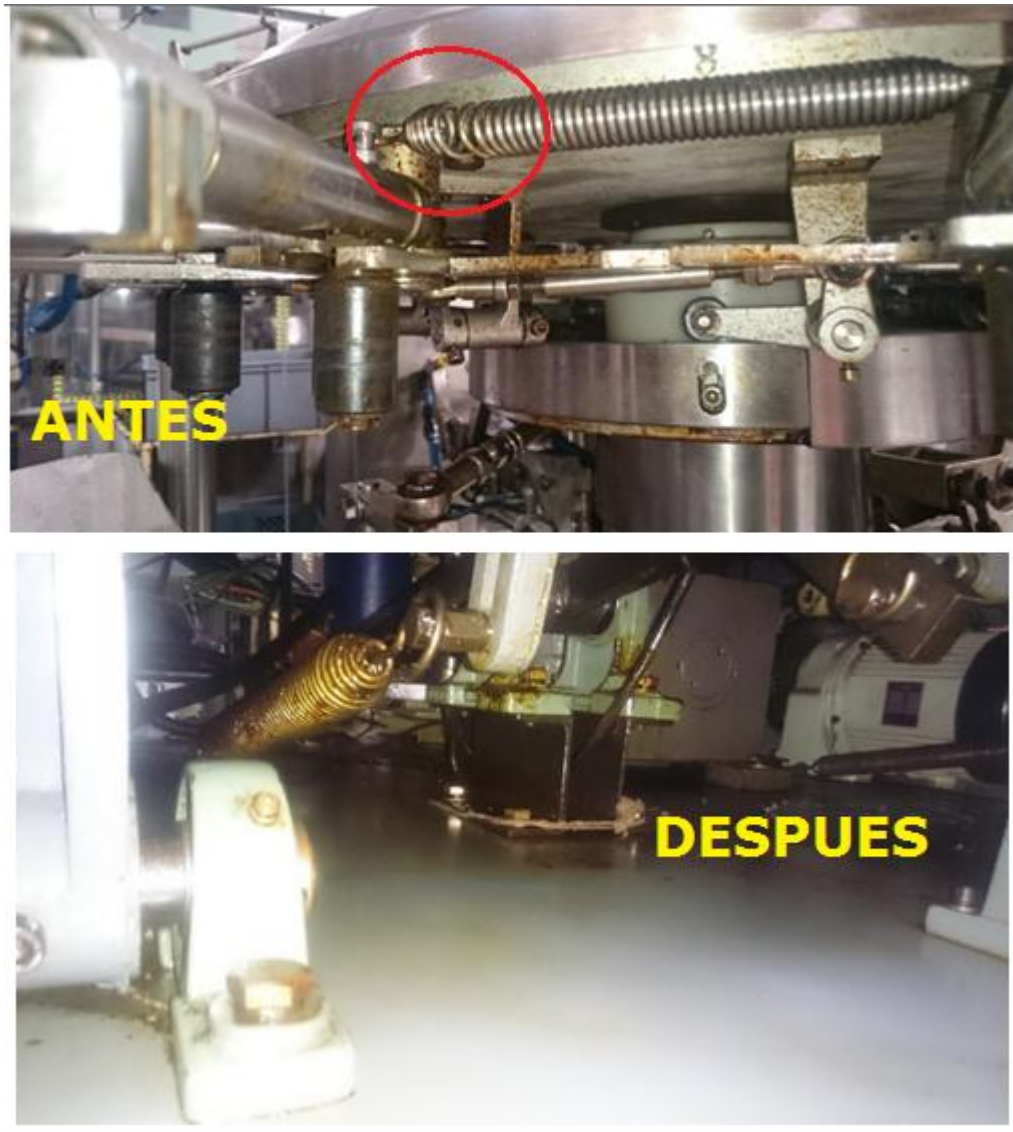
Después de detectadas las anomalías y reportadas con las tarjetas según su nivel de contaminación, se procedió a solucionar los inconvenientes encontrados, marcados con la tarjeta azul.

Figura 65. Retiro de aceite y cartón



Autores

Figura 66. Cambio de resorte fracturado



Autores

Figura 67. Limpieza de lubricante y corrección de fugas



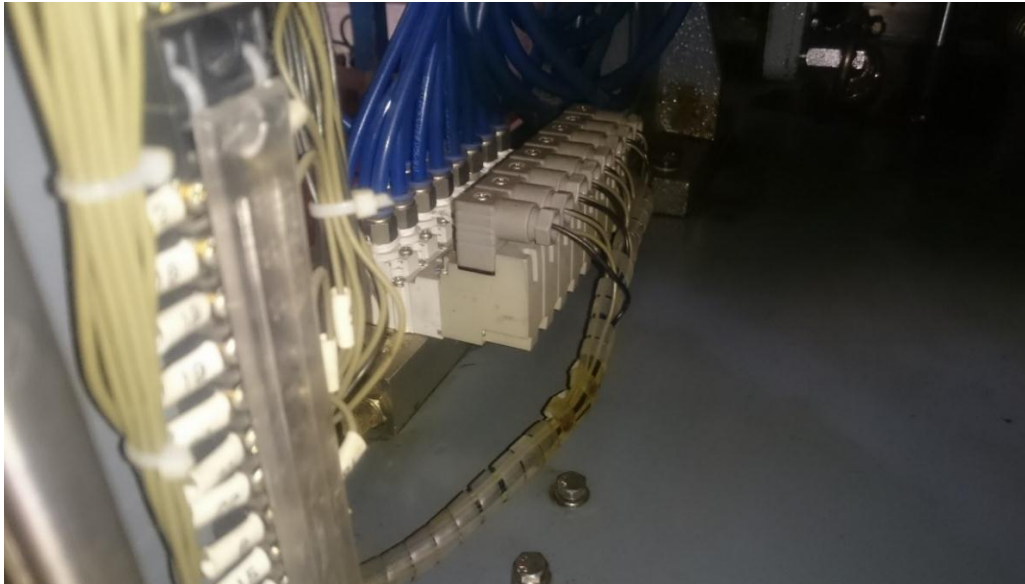
Autores

Figura 68. Limpieza zona motor eléctrico



Autores

Figura 69. Organización cableado electroválvulas



Autores

## 7. PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PRIMEROS TRES PASOS DEL TPM EN LAS LÍNEAS 1, 10, 12, 30, 36, SELLADORA ROTATIVA, PREPACK W062 Y MARMITA 15

De acuerdo a la metodología planteada en la figura 29 se determinó el siguiente cronograma a seguir cuando la empresa tome la decisión de continuar con la la implementación de otras líneas de producción que son importantes en el cumplimiento mensual de la planta y en donde se deberían enfocar los esfuerzos para continuar con la implementación.

Figura 70. Implementación Paso 1

MODELO PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS PASOS 1, 2 Y 3 DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO			ACTIVIDADES				
DESCRIPCION	DESCRIPCION	LINEAS	MESES				
			1	2	3	4	
<b>PASO 1: LIMPIEZA, LUBRICACION E INSPECCION</b>	1	presentar objetivos de la limpieza y los alcances del trabajo a realizar.	1,10,12,30,36,SR, W62,M15				
	2	realizar lecciones de punto unico (lups), ubicar en la maquina y socializar	1,10,12,30,36,SR, W62,M16				
	3	realizar manual sobre los diferentes tipos de anomalidades.	1,10,12,30,36,SR, W62,M17				
	4	capacitacion conocimiento basico de la maquina	1,10,12,30,36,SR, W62,M18				
	5	Identificar areas y equipos a realizar la limpieza inicial	1,10,12,30,36,SR, W62,M19				
	6	asignar a cada integrante del area una seccion, espacio fisico o equipo.	1,10,12,30,36,SR, W62,M20				
	7	elaboracion del esquema de la maquina con puntos de lubricacion, limpieza e inspeccion.	1,10,12,30,36,SR, W62,M21				
	8	realiza un listado de herramientas necesarias para la limpieza, inspeccion y lubricacion	1,10,12,30,36,SR, W62,M22				
	9	limpiar a fondo la tierra, polvo, manchas de aceite en el equipo y alrededores.	1,10,12,30,36,SR, W62,M23				
	10	Identificar fuentes de alta contaminacion y sitios de dificil acceso para la limpieza. Realizar lista de las areas de las maquinas dificil de limpiar y defectos	1,10,12,30,36,SR, W62,M24				
	11	señalar anomalidades, con tarjetas azul o roja.	1,10,12,30,36,SR, W62,M25				
	12	corregir anomalidades pequeñas.	1,10,12,30,36,SR, W62,M26				
	13	lubricar inmediatamente el equipo al encontrar un punto de lubricacion	1,10,12,30,36,SR, W62,M27				
	14	registrar puntos de lubricacion inaccesibles para eliminar o mejorar accesos	1,10,12,30,36,SR, W62,M28				
	15	Actualizacion y mejora de los estandares de limpieza.	1,10,12,30,36,SR, W62,M29				

Autores

Figura 71. Implementación paso 2.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS PASOS 1, 2 Y 3 DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO			ACTIVIDADES				
DESCRIPCION	DESCRIPCIÓN	LINEAS	MESES				
			5	6	7	8	
PASO 2: ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACION Y MEJORAR LOS PUNTOS INACCESIBLES	16	Identificar fuente de contaminación y comprobar como se genera.	1,10,12,30,36,SR,W62,M30	■			
	17	Identificar areas de dificil acceso y como se pueden corregir o mejorar	1,10,12,30,36,SR,W62,M31	■			
	18	Clasificar las fuentes de contaminación encontradas por prioridad, costo y tiempo	1,10,12,30,36,SR,W62,M32	■			
	19	Realizar un plan de accion para eliminar, corregir o mejorar las fuentes de contaminación y accesibilidad.	1,10,12,30,36,SR,W62,M33		■		
	20	Asignar y/o distribuir al personal de mantenimiento y/o contratistas para realizar las mejoras.	1,10,12,30,36,SR,W62,M34		■		
	21	Reducir persistentemente las fuentes de contaminación con mejoras sucesivas.	1,10,12,30,36,SR,W62,M35		■		
	22	Registrar en Lups la eliminacion y las mejoras realizadas	1,10,12,30,36,SR,W62,M36			■	
	23	reducir tiempos, preparando un resumen de actividades de chequeo con fotos y esquema de la maquina.	1,10,12,30,36,SR,W62,M37			■	
24	Simplificar tareas de lubricacion. Item 14 (Reponer indicadores de nivel de aceite, entradas de lubricante, estandarizar los tipos de lubricantes.)	1,10,12,30,36,SR,W62,M38				■	

Autores

Figura 72. Implementación paso 3.

MODELO PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS PASOS 1, 2 Y 3 DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO			ACTIVIDADES				
DESCRIPCION	DESCRIPCIÓN	LINEAS	MESES				
			9	10	11	12	
PASO 3: ESTABLECER ESTANDARES DE LIMPIEZA E INSPECCION	25	Listado de puentes criticos del equipo, teniendo en cuenta las recomendaciones de seguridad y medio ambiente.	1,10,12,30,36,SR,W62,M39	■			
	26	Elaboracion de los estandares de mantenimiento autonomo (Limpieza, inspeccion y lubricacion)	1,10,12,30,36,SR,W62,M40		■		
	27	Revisión de los borradores de los estandares de mtto autonomo y plan para la implementacion de estandares definitivos.	1,10,12,30,36,SR,W62,M41		■		
	28	Implementacion control visual, pintura de tuberias por referencia de colores, direccion de flujo, sentido de giro motores...etc.	1,10,12,30,36,SR,W62,M42			■	
	29	Elaboracion listas de chequeo de los estandares de mantenimiento autonomo	1,10,12,30,36,SR,W62,M43				■
	30	Análisis de ahorro de tiempos de inspeccion y limpieza	1,10,12,30,36,SR,W62,M44				■

Autores

Este cronograma esta propuesto para la implementación de todas las líneas que abarca el estudio con sus pasos al mismo tiempo, sería necesario revisar cuando se esté llevando a cabo la implementación si se requiere establecer un

cronograma independiente por cada línea o se va a respetar el cronograma trabajando en conjunto como planta total.

## CONCLUSIONES

Para identificar si el desarrollo de esta monografía logro cumplir con los objetivos propuestos, a continuación se mencionan estos objetivos y las conclusiones que se pueden determinar de cada uno.

- Objetivo 3.2.1 Identificar la situación actual de mantenimiento y necesidades de producción de la planta cuidado del hogar en la empresa Brinsa S.A

Se logró determinar la situación actual del área de mantenimiento bajo el formato de encuesta desarrollado por los cargos responsables de la producción, se identificaron las necesidades más relevantes para enfocarse en el mejoramiento de estas, las necesidades que se identificaron en esta encuesta no fueron tan diferentes a las que se tienen como focos de mejora en el área propia de mantenimiento, con la implementación del tablero Kanban, se realiza una mejora en cuestión de programación de órdenes de trabajo y una mejor gestión visual para el personal de mantenimiento, optimizando el programa de mantenimiento programado y enfocándose en mejorar la capacidad técnica de los técnicos tipo 2. Este tablero que ya está empezando a reflejar los primeros cambios en la planta, tendrá unos resultados de mayor contraste en un mediano o largo plazo.

- 3.2.1 Establecer la metodología a seguir para implementar los primeros tres pasos del modelo TPM en las líneas de producción críticas

De acuerdo al diseño plasmado en la Figura 73 (Flujograma implementación paso 1, 2 y 3 del mantenimiento autónomo) se estableció la metodología a seguir paso a paso para la implementación de los primeros tres pasos, donde no simplemente se buscaba la implementación siguiendo etapas teóricas, el modelo se enfoca

adicionalmente en dar capacitaciones y desarrollar las habilidades técnicas en los operarios, no es simplemente ajustar o lubricar el equipo porque se tiene una directriz o una lista estándar, es lograr que el operario conozca y sepa porque es importante ajustar, limpiar y lubricar el equipo para mantener sus condiciones iniciales.

Se determinaron las líneas de producción más críticas como la 44 y la 50 por la demanda de producción creciente en este segmento de mercado, se enfocó el trabajo de implementación con una doble intención en estas líneas ya que la junta directiva y grupo gerencial de la empresa tienen los ojos puestos en la evolución de estas líneas y puede ser un punto determinante como ejemplo para tomar la decisión de implementar TPM en toda la empresa.

3.2.3 Implementar en planta el método planteado de los primeros tres pasos del TPM en las líneas de envasado 44 y 50 y alcanzar una disponibilidad del 95% en estas dos líneas.

Por cambio de gerencia general y gerencia de operaciones al mismo tiempo en la empresa, el arranque programado de implementación que estaba propuesto para mitad del 2016 solo se logró realizar hasta Enero del 2017, con el arranque de la implementación el aumento de disponibilidad fue creciendo un %5 mensual hasta el mes de Marzo, y se continua abonando terreno en lograr sostener la disponibilidad del 95% cuando se termine la implementación.

Con los cambios en la parte directiva de la empresa que dificultaron el inicio de la implementación, se concluye determinantemente que así como lo manifiesta la teoría del TPM, el apoyo de la gerencia es de vital importancia para animar el proceso y aportar liderazgo con sus directrices.

En la implementación se logró determinar que la cultura propia de una planta no es una labor que se pueda cambiar de la noche a la mañana, inclusive si solo se están enfocando esfuerzos en dos líneas de producción. Pero se puede concluir que es importante comenzar con algo así sea mínimo, luego de las capacitaciones impartidas y los ejercicios prácticos de limpieza profunda y tarjeteo, el personal operativo se interesó poco a poco en conocer más del TPM, y más aún cuando las solicitudes que ellos registraban en las tarjetas se fueron resolviendo, el personal se motivó a seguir reportando anomalías en el equipo y ya muchos de ellos han sentido que son escuchados como antes no lo sentían por medio de la solución de tarjetas.

3.2.3 Modelar la metodología a seguir para la futura implementación de los primeros tres pasos del TPM en las líneas 1, 10, 12, 30, 36, selladora rotativa, prepack W062 y marmita 15

Con la metodología plasmada en la Figura 73. (Flujograma implementación paso 1, 2 y 3 del mantenimiento autónomo), se plantea seguir el cronograma cuando se tome la decisión de implementar los pasos 1,2 y 3 del pilar autónomo, con base en este procedimiento se busca tener un paso avanzado para el arranque de implementación en estas otras líneas de producción que son importantes también para el cumplimiento de producción y donde se generan grandes pérdidas que pueden empezar a ser eliminadas.

## BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACIN, Pedro Ramón. Tribología y Lubricación. Medellín: Editorial Lithochoa, 2015. P55 - 82 – 133

ALVARES Laverde. Humberto

[//www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf](http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf)

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. New implementation program in fabrication and Assembly Industries. 4<sup>th</sup> edition. Tokyo, 1992.

PRANDO, Raul R. Manual de gestión de mantenimiento. Guatemala. Piedra Santa, 1996

TOKUTARO, Suzuki. TPM en industrias y procesos. Madrid, España. Editorial TGP Hoshin, 1995. P118

# ANEXOS

Anexo 1. Registro asistencia a capacitación

**Brinsa**

CURSO: TPM

FACILITADOR: W. Jaime Suarez

FECHA: 06/04/17.

HORA: 14:30

**REGISTRO DE ASISTENCIA  
CAPACITACION**

CEDULA	NOMBRE	CARGO	AREA	TURNO	DIRECTO	TEMPORAL	CONTRATISTA	FIRMA
1	80343341	Alexander Rojas	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
2	2987099	Gabriel Guiso	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
3	10017564	José Henello Cebal	PCH	0		X		<i>[Signature]</i>
4	3196091	Oscar A. Rojas	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
5	10346054	Quir Falcón Garrón	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
6	103552464	Ricardo Gomez	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
7	103760960	Johana Acevedo	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
8	107030580	Luis Alfredo Anton	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
9	100006777	Julio Nieto	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
10	10446540	Alfonso Ferrer	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
11	105900032	Carlos Mendez	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
12	105555472	John Pinzon	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
13	10346712	Nelson Gamaliel	PCH	0	X			<i>[Signature]</i>
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

Anexo 2. Registro asistencia a capacitación

**Brinsa**

REGISTRO DE ASISTENCIA  
CAPACITACION

CURSO: TPM      FECHA: 15/01/2017

FACILITADOR: Wilson Sadler      HORA: 2:30-3:30

CEDULA	NOMBRE	CARGO	AREA	TURNO	DIRECTO	TEMPORAL	CONTRATISTA	FIRMA
1	20538230	Carlos Fajardo	PCH	B	X			[Firma]
2	80297335	Lucio Abumada	PCH	B	X			[Firma]
3	17265085	Wilson Sadler	PCH	B	X			[Firma]
4	3542306	Nidia Castellano	PCH	B	X			[Firma]
5	80648509	Compañia Belwa	PCH	B	X			[Firma]
6	10766844	Carlos Garcia	PCH	B	X			[Firma]
7	107000494	Oscar Segura	PCH	B	X			[Firma]
8	7436274	Ramiro Bedoya	PCH	B	X			[Firma]
9	3542744	Marcelo Velazquez	PCH	B	X			[Firma]
10	107000494	Diana Alarcon	PCH	B	X			[Firma]
11	100341924	Andres Araya	PCH	B	X			[Firma]
12	110689077	Lina Guzman	PCH	A	X			[Firma]
13	80350384	Christian Franco	PCH	A	X			[Firma]
14	10766844	Heider Malagon	PCH	C	X			[Firma]
15	800990032	Carlos Hernandez	PCH	A	X			[Firma]
16	1026291344	Dimitry Dombino	PCH	X	X			[Firma]
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

Autores

### Anexo 3. Formato encuesta percepción de mantenimiento

<b>ENCUESTA DE ESTADO Y PERCEPCIÓN DE MANTENIMIENTO POR PRODUCCIÓN</b>	
EN LAS SIGUIENTES FRASES RESPONDA EN LA COLUMNA DE RESPUESTAS CON UNA CALIFICACIÓN DEL 1 AL 10, BAJO LOS SIGUIENTES PARAMETROS	
(1) NUNCA	(6) CON FRECUENCIA
(2) CASI NUNCA	(7) MUY A MENUDO
(3) RARAMENTE	(8) MUCHAS VECES
(4) ALGUNAS VECES	(9) MUCHISIMAS VECES
(5) NORMALMENTE	(10) SIEMPRE
<b>EJEMPLO: CONSIDERA QUE EL AREA DE MANTENIMIENTO TIENE EL INVENTARIO DE REPUESTOS REQUERIDOS PARA EVITAR PARADAS DE PRODUCCIÓN EN LOS EQUIPOS</b>	<b>4</b> (ALGUNAS VECES)
CRITERIO A EVALUAR	RESPUESTAS
Las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento estan definidas	
Utiliza el sistema de información de mantenimiento MP2 para realizar las solicitudes y documentar las intervenciones	
Las solicitudes de producción son atendidas por los tecnicos bajo una programación dada	
Las intervenciones de mantenimiento por mantenimiento correctivo turno a turno son bajas	
Las atenciones de mantenimiento son rapidas y de calidad para que no se repitan en el mismo mes	
Se realizan planes de mejora continua para disminuir el número de correctivos diarios	
El mantenimiento programado es superior en intervenciones al mantenimiento correctivo	
Conoce el cronograma de mantenimiento programado con anterioridad mensualmente	
Las intervenciones de mantenimiento programado son eficaces y de calidad	
El personal operativo se capacita para realizar intervenciones de mantenimiento menores	
Se realizan intervenciones menores de operación bajo un instructivo de mantenimiento en cada equipo	
El personal operativo apoya a mantenimiento cuando el equipo esta siendo intervenido	
Siente el respaldo de mantenimiento para lograr su plan de cumplimiento mensual	
Considera el departamento de mantenimiento tan importante como el de producción	
La comunicación es facil entre su area y mantenimiento	
La formación y experiencia tecnica es suficiente para atender las solicitudes de producción (Tecnicos Electromecánicos)	
Las intervenciones en los equipos son rapidas(Tecnicos Electromecánicos)	
Las intervenciones son eficaces y de calidad para evitar paradas repetidas por la misma falla(Tecnicos Electromecánicos)	
La formación y experiencia tecnica es suficiente para atender las solicitudes de producción(Tecnicos 2)	
Las intervenciones en los equipos son rapidas(Tecnicos 2)	
Las intervenciones son eficaces y de calidad para evitar paradas repetidas por la misma falla(Tecnicos 2)	
El numero de tecnicos es suficiente para atender las intervenciones en los equipos	
La proporción de tecnicos electromecanicos y tecnicos mecánicos dos es suficiente	
Siente un verdadero respaldo al escalar sus solicitudes al personal administrativo de mantenimiento	
RESPONDIDA POR: _____ CARGO _____	

Autores

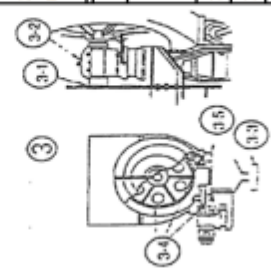
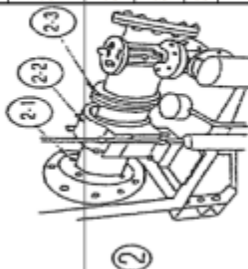
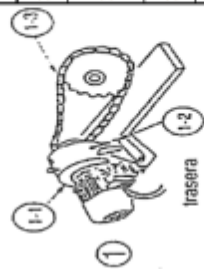
Anexo 4. Estado actual de mantenimiento

CRITERIO A EVALUAR	SUPERVI SOR 1	SUPERVI SOR 2	SUPERVI SOR 3	COORDINADOR				META
				ADOR BOTELL A	COJIN LAVALO ZA	DOYPAC K	Total	
Las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento estan definidas	8	8	7	8	8	8	8	
Utiliza el sistema de información de mantenimiento MP2 para realizar las solicitudes y documentar las	5	4	5	3	5	5	5	6.67
Las solicitudes de producción son atendidas por los tecnicos bajo una programación dada	6	7	9	10	7	7	7	
Las solicitudes de producción por mantenimiento correctivo turno a turno son bajas	4	4	4	4	4	4	4	
Las atenciones de mantenimiento son rapidas y de calidad para que no se repitan en el mismo mes	6	7	6	7	8	8	8	4.60
Se realizan planes de mejora continua para disminuir el número de correctivos diarios	3	3	4	3	2	2	2	
El mantenimiento programado es superior en intervenciones al mantenimiento correctivo	4	4	4	4	4	4	4	
Conoce el cronograma de mantenimiento programado con anterioridad mensualmente	4	4	4	4	4	4	4	5.33
Las intervenciones de mantenimiento programado son eficaces y de calidad	8	8	8	8	8	8	8	
El personal operativo se capacita para realizar intervenciones de mantenimiento menores	1	1	1	1	1	1	1	
Se realizan intervenciones menores de operación bajo un instructivo de mantenimiento en cada equipo	1	1	1	1	1	1	1	1.47
El personal operativo apoya a mantenimiento cuando el equipo esta siendo intervenido	2	2	2	4	2	2	2	
El personal operativo debería realizar intervenciones de ajustes basicos de mantenimiento	8	7	8	9	10	10	10	
La ayuda del personal de producción a mantenimiento eleva sus resultados de cumplimiento de producción	8	8	8	8	8	8	8	8.47
El personal operativo tiene tiempo para realizar ajustes basicos de mantenimiento en los equipos	9	9	9	9	9	9	9	
Siente el respaldo de mantenimiento para lograr su plan de cumplimiento mensual	7	8	8	9	7	7	7	
Considera el departamento de mantenimiento tan importante como el de producción	8	8	8	8	8	8	8	7.93
La comunicación es facil entre su area y mantenimiento	8	8	8	8	8	8	8	
La formación y experiencia tecnica es suficiente para atender las solicitudes de producción (Tecnicos	10	10	10	10	10	10	10	
Las intervenciones en los equipos son rapidas(Tecnicos Electromecánicos)	8	9	8	9	9	9	9	8.53
Las intervenciones son eficaces y de calidad para evitar paradas repetidas por la misma falla(Tecnicos	7	7	7	7	7	7	7	
La formación y experiencia tecnica es suficiente para atender las solicitudes de producción(Tecnicos 2)	6	5	4	5	5	5	5	
Las intervenciones en los equipos son rapidas(Tecnicos 2)	6	6	6	6	6	6	6	6.00
Las intervenciones son eficaces y de calidad para evitar paradas repetidas por la misma falla(Tecnicos 2)	7	7	7	7	7	7	7	
El numero de tecnicos es suficiente para atender las intervenciones en los equipos	3	3	3	3	3	3	3	
La proporción de tecnicos electromecánicos y tecnicos mecánicos dos es suficiente	4	4	4	4	4	4	4	5.20
Siente un verdadero respaldo al escalar sus solicitudes al personal administrativo de mantenimiento	8	9	8	9	9	9	9	

Autores



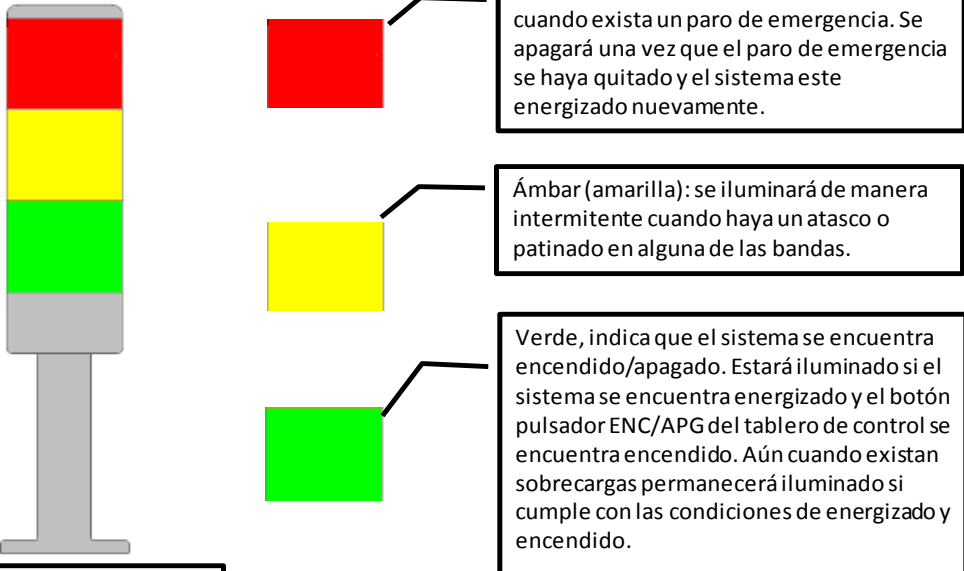
Anexo 5. Propuesta de formato Estándar de limpieza, inspección y lubricación.

TPM	Estándar de mantenimiento autónomo, (limpieza, chequeo y lubricación)		Grupo Líder Tarjeta n.º							
	Localización: CCR		Equipo: Cristalizadores 1-4							
	Chequeo a través de la limpieza									
Pieza	Estandar	Metodo	Herramienta	Accion en caso anormal	Tiempo (min)	Intervalo			Responsable	
						D	S	M	M	
1. Sección motor	No suciedad/derriame	Limpia		—	10					
1.1 Transmisión	No vibración, ruido anormal, sobrecalentamiento			Informe a supervisor						
1.2 Indicador nivel aceite	Cantidad especificada		—	Llenar hasta marcar	-(1)					
1.3 Cadena y dientes	No ruido anormal, lubricación adecuada			Lubricar						
2. Cojinete exterior	Limpio	Limpia	—	—	10					
2.1 Collarín	Sin fugas			Apretar o reemplazar	-(1)					
2.2 Cojinete	Sin sobrecalentamiento o holgura		—	Lubricar, observar, apretar si es necesario	-(1)					
2.3 Caja de agua enfriam.	Sin fugas			Apretar o reemplazar	-(0.5)					
3. Arbol interior	Limpio	Limpia		—	sem 12.5 pres 5					
3.1 Collarín	Sin fugas			Apretar o reemplazar	-(1)					
3.2 Cojinete.	Sin sobrecalentamiento o holgura		—	Lubricar, observar, apretar si es necesario	-(1)					
3.3 Caja de aceite collarín	no acumulacion		Rascador	Chequear caja estanca	10					
3.4 Tornillo Cojinete rueda estriada	No ruido inusual, sobrecalentamiento o deformacion pasos tornillo		—	Informe a supervisor	3					
LUBRICACION										
Punto de engrase	Tipo de lubricacion	Cantidad lubricante	Metodo	Herramienta	Tiempo (min)	Intervalo			Responsable	
						D	S	M	M	
1.1 Reductor velocidad	↕		↕	↕	10					
1.3 Cadena	↕		↕	↕	0.5					
2.2 Cojinete exterior					3					
3.2 Cojinete interior	↕	↕	↕	↕	↕					
3.5 Caja Tornillo					10					2X





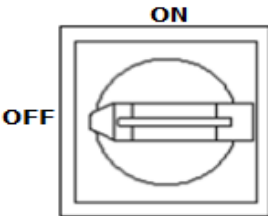


TOKUTARO, Suzuki. TPM en industrias y procesos. Madrid, España. Editorial TGP Hoshin, 1995. P118

Anexo 6. LUP'S torreta de control

		HOJA DE LECCION DE UN PUNTO					
<b>CLASIFICACION</b>			Elemento: SILO BOTELLAS				
Conocimiento basico	<input type="checkbox"/>	Numero					
Casos de Mejora	<input type="checkbox"/>	Fecha elaboracion:					
Casos de problema	<input type="checkbox"/>	Preparado por:					
Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado por:					
TEMA: SIGNIFICADO COLORES TORRETA DE CONTROL							
 <p><b>ROJO:</b> estará iluminada de manera sólida cuando exista un paro de emergencia. Se apagará una vez que el paro de emergencia se haya quitado y el sistema este energizado nuevamente.</p> <p><b>Ámbar (amarilla):</b> se iluminará de manera intermitente cuando haya un atasco o patinado en alguna de las bandas.</p> <p><b>Verde,</b> indica que el sistema se encuentra encendido/apagado. Estará iluminado si el sistema se encuentra energizado y el botón pulsador ENC/APG del tablero de control se encuentra encendido. Aún cuando existan sobrecargas permanecerá iluminado si cumple con las condiciones de energizado y encendido.</p> <p>TORRETA DE CONTROL</p>							
Observaciones:							
RESULTADOS	FECHAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	INSTRUCTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PARTICIPANTES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autores

## Anexo 7. LUP'S Controles generales

		HOJA DE LECCION DE UN PUNTO					
<b>CLASIFICACION</b>			Elemento: SILO BOTELLAS				
Conocimiento basico	<input checked="" type="checkbox"/>	Numero					
Casos de Mejora	<input type="checkbox"/>	Fecha elaboracion:					
Casos de problema	<input type="checkbox"/>	Preparado por:					
Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado por:					
TEMA: CONTROLES GENERALES							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Posición OFF: aisla el tablero de la alimentacion electrica. Posición ON: Conecta el tablero a la alimentacion electrica El desconectador asegura que las puertas del tablero no puedan ser abiertas cuando el tablero este energizado (en ON)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Energizado: Este es un indicador luminoso color blanco, que permite saber al usuario que el sistema se encuentra alimentado por la acometida.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ENC/APG: Botón pulsador iluminado en color verde que permite al usuario habilitar o apagar el sistema. Este botón se inhabilita en el momento en el que el sistema se encuentra en paro de emergencia</p> </div> </div>							
Observaciones:							
RESULTADOS	FECHAS	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	INSTRUCTOR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	PARTICIPANTES	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Autores

