

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA FIRPLAK S.A.**

**CAROLINA ANDREA HERNANDEZ  
TATIANA LLANO AGUDELO  
JAIBER ANDRÉS MARÍN GIRALDO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
DECANATURA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES  
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2012**

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA FIRPLAK S.A.**

**CAROLINA ANDREA HERNANDEZ  
TATIANA LLANO AGUDELO  
JAIBER ANDRÉS MARÍN GIRALDO**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Tecnólogos en Producción Industrial**

**Asesor Técnico y Metodológico  
Frank Libardo Rojas Toro  
Ingeniero Industrial**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
DECANATURA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES  
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2012**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 20 de Noviembre de 2012

## **DEDICATORIA**

La realización de este trabajo se la dedicamos a nuestros padres, que con su apoyo siempre nos brindaron lo que hemos necesitado en cualquier campo, desde su total apoyo económico hasta todo su amor y sus conocimientos que fueron los que realmente nos fortalecieron como personas para enfrentar las dificultades que se presentan en la vida, gracias a ellos somos la personas que somos, porque como familias son el más grande apoyo que tenemos sobre cualquier campo de la vida; también este trabajo lo dedicamos a la Empresa FIRPLAK S.A., compañía que nos dio la oportunidad de conocer todos sus procesos productivos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestra institución de formación profesional Tecnológico Pascual Bravo por su total apoyo y paciencia, a nuestro asesor que con su total confianza nos hicieron un acompañamiento a lo largo de nuestro periodo de práctica aportándonos sus conocimientos, a FIRPLAK, a la cual le agradecemos completamente por darnos la oportunidad de conocer todos sus procesos y enseñarnos como es un buen desempeño a nivel laboral y lo importante que es el trabajo en equipo, al departamento de mantenimiento, a José Fernando Echandía (director técnico), porque él nos brindó su confianza total, su apoyo incondicional en nuestro desempeño diario, y fue el que directamente nos permitió mostrar nuestras capacidades y poder desenvolvernos en esta Compañía.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	22
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	23
2. JUSTIFICACION	25
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
4. EMPRESA	27
4.1 HISTORIA	27
4.2 MISION	27
4.3 VISION	28
4.4 POLITICA DE CALIDAD	28
5. MARCO DE REFERENCIA	29
5.1 MARCO CONTEXTUAL	29
5.2 MARCO TEORICO	30
5.2.1 Herramienta De Las Cinco S	30
5.2.1.1 Seiri - Separar o Clasificar	31
5.2.1.2 Seiton – Ordenar	31
5.2.1.3 Seiso – Limpiar	32
5.2.1.4 Seiketsu – Estandarizar	33
5.2.1.5 Seiketsuke – Autodisciplina	33
5.2.2 Mantenimiento Productivo Total “TPM”	34
5.2.2.1 Objetivos Estratégicos	36
5.2.2.2 Objetivos Operativos	36
5.2.2.3 Objetivos Organizativos	37
5.2.2.4 Características	37
5.2.3 Procesos Fundamentales TPM	38
5.2.3.1 Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen	38
5.2.3.2 Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen	39
5.2.3.3 Mantenimiento planificado o progresivo	39
5.2.3.4 Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen	39
5.2.3.5 Prevención de mantenimiento	40
5.2.3.6 Mantenimiento en áreas administrativas	40
5.2.3.7 Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación	40
5.2.3.8 Relación entre pilares	40

5.2.3.9 Los valores y principios	41
5.2.3.10 Propósito estratégico	41
6. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO	43
7. METODOLOGIA	45
7.1 METODO A EMPLEAR	45
7.1.1 Observación	45
7.1.2 Documentación	45
7.2 POBLACION	45
7.3 MUESTRA	46
7.4 FUENTES DE INFORMACION	46
7.4.1 Fuentes de Información Primarias	46
7.4.2 Fuentes de Información Secundaria	46
7.5 TECNICAS PARA LA RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION	46
7.5.1 Fase 1	46
7.5.2 Fase 2	46
7.5.3 Fase 3	47
7.5.4 Fase 4	47
7.5.5 Fase 5	48
8. DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL	49
8.1 APORTES PARA LA ESTRATEGIA	49
8.1.1 ¿Cual situación afronta que le impide asumir este reto?	49
8.2 SITUACIÓN DE LOS EQUIPOS	49
8.3 SITUACIÓN DE LAS PERSONAS DE MANTENIMIENTO	50
8.4 MATERIALES Y REPUESTOS	51
8.5 METODOS	52
8.5.1 Mantenimientos Correctivos	52
8.5.2 Mantenimientos Preventivos y Predictivos	52
8.6 MEDICION DE AVERÍAS	53
8.6.1 Maquina Ultracaster	55
9. APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TPM Y LAS CINCO S	57
9.1 PROPOSITOS A ALCANZAR CON EL PROGRAMA	57
9.2 COMO LLEVAR A CABO LA IMPLEMETACION	57
9.2.1 Pautas que se deben tener en cuenta antes de iniciar un programa de Mantenimiento Preventivo	57
9.2.2 ¿Cómo Estandarizar?	62
9.2.3 Evidencias de las Cinco S	64
9.2.3.1 Primera S – Clasificar	64
9.2.3.2 Segunda S – Ordenar	67
9.2.3.3 Tercera S – Limpiar	72

9.2.3.4 Cuarta S – Estandarizar	76
9.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	79
9.4 EVIDENCIAS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	80
9.5 VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	97
9.6 DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	98
9.7 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	98
10. CONCLUSIONES	100
11. RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	102
CIBERGRAFÍA	103



## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Pareto por Frecuencia de Averías	54
Tabla 2. Pareto por Maquinas PC	55
Tabla 3. Inventario maquinas de la sección de polímero colado	83
Tabla 4. Formato para la evaluación de equipos	84
Tabla 5. Formato medición de averías	86
Tabla 6. Estándar de limpieza, pág. 1	91
Tabla 7. Estándar de limpieza, pág. 2	92
Tabla 8. Plan de mantenimiento preventivo para la Ultracaster	95
Tabla 9. Comparativo de averías Ultracaster	99

## LISTA DE FOTOS

	<b>pág.</b>
Foto 1. Maquina Ultracaser	56
Foto 2. Por indicador de elemento	60
Foto 3. Antes de Ordenar	68
Foto 4. Después de Ordenar	68
Foto 5. Tornillería Organizada	69
Foto 6. Herramienta Organizada por Estrategia de Contorno.	69
Foto 7. Técnico capacita al Operario sobre la limpieza de las herramientas	73
Foto 8. Limpieza de Maquinas	74
Foto 9. Indicadores de control visual	77
Foto 10. Tablero control visual para materias primas	78
Foto 11. Tablero pequeño equipo	79
Foto 12. Capacitación sobre mantenimiento del equipo	93
Foto 13. Práctica de mantenimiento 1	94
Foto 14. Práctica de mantenimiento 2	95

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Organigrama departamento de mantenimiento.	51
Anexo B. Por indicador de localización	59
Anexo C. Por indicador de cantidad	60
Anexo D. Flujograma actividades segunda S	61
Anexo E. Principio de economía de movimientos	63
Anexo F. Inventario de los Elementos Necesarios	65
Anexo G. Formato capacitación primera S	66
Anexo H. Formato de capacitación segunda S	67
Anexo I. Formato de Propuesta de Pequeña Mejora	70
Anexo J. Formato de Inventario de Elementos por Frecuencia de Uso	71
Anexo K. Formato de capacitación tercera S	72
Anexo L. Tarjetas Roja y Azul	75
Anexo M. Formato de capacitación cuarta S	76
Anexo N. Mapa de Cinco S de la sección de polímero colado	77
Anexo O. Formato solicitud de mantenimiento correctivo F-M-15	81
Anexo P. Formato para solicitar un mantenimiento preventivo o predictivo F-M-16	82
Anexo Q. Formato de registro de mantenimiento F-M-14	83
Anexo R. Plano bomba catalizador	87
Anexo S. Plano bomba de resina	88

Anexo T. Plano válvula de seguridad Ultracaster	89
Anexo U. Plano pistola Ultracaster	90
Anexo V. Formato de control de activos fijos	97

## GLOSARIO

**ADMINISTRACIÓN:** la planificación, organización, dirección y control de los recursos (humanos, financieros, materiales, tecnológicos, el conocimiento, etc. De una organización, con el fin de obtener el máximo beneficio posible; este beneficio puede ser económico o social, dependiendo de los fines perseguidos por la organización.

**ANÁLISIS:** es la descomposición de un todo en partes para poder estudiar su estructura, sistemas operativos, funciones, etc.

**ASIRIA:** nombre del pequeño equipo conformado por los operarios de la sección de vaciado de polímero colado para la implementa las técnicas de Cinco S y TPM

**AVERÍA:** producción defectuosa o daño en la maquinaria.

**CALIDAD:** es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.

**CAPACITACIÓN:** acción de enseñar a una persona o grupo de ellas a realiza la ejecución de una determinada tarea, con el fin de desarrollar un bien común.

**CARACTERÍSTICAS:** es la descripción o composición de piezas y componentes de una máquina, también se refiere a su funcionamiento.

**CINCO S:** así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Las Cinco S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan, tales como: empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

**COLABORACIÓN:** es todo proceso donde se involucre el trabajo de varias personas en conjunto; tanto para conseguir un resultado imposible o muy difícil de conseguir mediante el trabajo individual como para ayudar conseguir algo a quien por sí mismo no podría.

**COMERCIALIZACIÓN:** distribución, publicidad, ventas, direccionamiento de bienes y servicios.

**COMPAÑÍA:** sociedad o reunión de varias personas unidas para un mismo fin, generalmente industria o comercial.

**CONOCIMIENTO:** información o experiencia adquiridas por un ser vivo a través de la educación, el trabajo, la comprensión teórica o práctica de un asunto o un objeto de la realidad.

**COSTO:** es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, el concepto de coste está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. Todo coste conlleva un componente de subjetividad que toda valoración supone.

**CUARTO DE CINCO S:** es un lugar destinado para guardar los elementos que no son necesarios.

**DESARROLLO:** hacer crecer, aumentar o progresar. Realizar una idea o un proyecto. Explicar con detalle y amplitud un tema.

**DIAGNÓSTICO:** al análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando.

**DIFICULTAD:** obstáculo o inconveniente que impide o entorpece la realización o consecución de una cosa. Característica principal de la cosa que es difícil.

**DISCIPLINA:** es la instrucción sistemática dada a personas para capacitarlos o para seguir un determinado código de conducta u orden. A menudo, el término disciplina puede tener una connotación negativa. Esto se debe a que la ejecución forzosa de la orden, es decir, la garantía de que las instrucciones se lleven a cabo puede ser regulada a través de una sanción.

**DOCUMENTAR:** conseguir o proporcionar información sobre algo con un fin determinado.

**EFFECTIVIDAD:** hace referencia al impacto que se alcanza a causa de una acción llevada a cabo en condiciones habituales.

**EFICACIA:** hace referencia al impacto o efecto de una acción llevada a cabo en las mejores condiciones posibles o experimentales.

**EFICIENCIA:** se refiere a la producción de los bienes o servicios mas valorados por la sociedad al menor coste social posible. Responde por tanto a la medida en que las consecuencias del proyecto son deseables desde la perspectiva económica. Supone en resumen maximizar el rendimiento (output) de una inversión dada.

**EQUIPO:** conjunto de objetos y prendas necesarias para desarrollar una actividad o trabajo.

**EXPERIENCIA:** es una forma de conocimiento o habilidad derivados de la observación, de la participación y de la vivencia de un evento o proveniente de las cosas que suceden en la vida, es un conocimiento que se elabora colectivamente.

**FALLA:** defecto material de una cosa. Interrupción de un ciclo productivo.

**FIABILIDAD:** probabilidad de buen funcionamiento de la maquinaria.

**FRECUENCIA:** es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

**FORMATO:** planillas donde se pueden realizar registros del proceso.

**F-M-14:** formato utilizado para registrar los mantenimientos realizados.

**F-M-15:** formato utilizado para solicitar un mantenimiento correctivo.

**F-M-16:** formato utilizado para la solicitud de mantenimiento preventivo o predictivo.

**GELAR:** enfriamiento de la resina. Cuando las mangueras no se lavan, los residuos de la resina forman una pasta que obstruye la pistola.

**GRUPO:** un grupo se define como dos o más individuos interactuantes e interdependientes que se han reunido para alcanzar determinados objetivos específicos.

**HABILIDAD:** como una aptitud innata o desarrollada. Al grado de mejora que se consiga a través de ella y mediante la práctica, se le denomina también talento.

**HALADOR:** supervisor de producción en la empresa FIRPLAK S.A., quien se encarga de halar la producción.

**HERRAMIENTAS:** es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía siempre y cuando hablemos sea una herramienta material.

**IMPLEMENTACIÓN:** es la realización de una aplicación, o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política.

**INDICADORES:** un cuantificador, entendido como procedimiento que permite cuantificar alguna dimensión conceptual y que, cuando se aplica, produce un número. El instrumento que sirve para mostrar o indicar algo.

**INSTRUCCIÓN:** orden que se da para la ejecución de una tarea u operación determinada.

**INVENTARIO:** un inventario constituye la cantidad de existencias de un bien o recurso cualquiera usado en una organización. Es el conjunto de políticas y controles que regulan los niveles del inventario y determinan que niveles debemos mantener, cuando debemos reabastecer existencias y cuál debe ser el volumen de los pedidos. Es una acción en la cual se cuentan los productos que puede haber en una empresa. Por extensión, se denomina inventario a la comprobación y recuento de las existencias físicas en sí mismas y/o con las teóricas documentadas.

**LIMPIEZA:** es la acción o efecto de limpiar, recoger, organizar el lugar de trabajo. También se puede realizar limpieza en una máquina.

**LUBRICACIÓN:** es la parte del mantenimiento donde se le brinda un tratamiento con determinadas grasas o aceites a los diferentes tipos de maquinarias.

**LUP'S:** herramienta del TPM utilizada para difundir conocimiento, solucionar un problema y el mejoramiento de algún proceso.

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** se denomina mantenimiento correctivo aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisiones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

**MANUAL:** instrumento administrativo que contiene en forma explícita, ordenada y sistemática información sobre objetivos, políticas, atribuciones, organización y procedimientos de los órganos de una institución; así como las instrucciones o acuerdos que se consideren necesarios para la ejecución del trabajo asignado al personal, teniendo como marco de referencia los objetivos de la institución.

**MATERIAL:** es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto. Los elementos del conjunto pueden tener naturaleza real (tangibles), naturaleza virtual o ser totalmente abstractos.



**MEDICIÓN:** es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.

**MEDIO AMBIENTE:** comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

**MÉTODO DE TRABAJO:** modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado, basado en la observación y la experimentación, la recopilación de datos, la comprobación de las hipótesis de partida.

**MOLDE:** un molde es una pieza, o un conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas pero con los detalles e improntas exteriores del futuro sólido que se desea obtener.

**MOVIMIENTO:** se conoce como entradas, salidas y desplazamientos que surgen de un material o personal.

**OBSERVACIÓN:** la observación, como proceso de investigación, consiste en "ver" y "oír" los hechos y fenómenos que queremos estudiar y se utiliza fundamentalmente para conocer hechos, conductas y comportamientos colectivos.

**ORGANIZACIÓN:** son sistemas sociales diseñados para lograr metas y objetivos por medio de los recursos humanos o de la gestión del talento humano y de otro tipo. Están compuestas por subsistemas interrelacionados que cumplen funciones especializadas. Convenio sistemático entre personas para lograr algún propósito específico.

**PARTICIPACIÓN:** si es una participación mayoritaria o incluso siendo minoritaria alcanza una denominada participación de control, se accede al control de la compañía participada.

**PERSONAL:** personas que trabajan en una empresa o planta industrial para la fabricación de un producto, también se conoce como personal a los que conforman la parte administrativa.

**PLAN:** es el proceso metódico diseñado para obtener un objetivo determinado. Implica tener uno o varios objetivos a realizar junto con las acciones requeridas para concluirse exitosamente.

**PLANTA:** instalación industrial en la que se transforman materiales o se fabrican artículos.

**PREDICCIÓN:** anunciar por revelación, ciencia o conjetura algo que ha de suceder.

**PROCEDIMIENTO:** es un conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias.

**PRODUCTO:** es un determinado artículo que se fabrica para satisfacer el mercado o clientes con alguna necesidad.

**RECURSOS:** es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio. Normalmente, los recursos son material u otros activos que son transformados para producir beneficio y en el proceso pueden ser consumidos o no estar más disponibles.

**REGISTRO:** dato de valor el cual aporta una información valiosa para analizar el proceso.

**REPARACIÓN:** se define como la acción o efecto de restituir a su condición normal y de buen funcionamiento las cosas o materiales mal hechas, deterioradas o rotas.

**REPUESTO:** repuesto o refacción es una pieza que se utiliza para reemplazar las originales en máquinas que debido a su uso diario han sufrido deterioro o una avería.

**REVISIÓN:** examen de una cosa hecho con detenimiento. Prueba a la que se somete una cosa para corregir sus errores.

**SATISFACCIÓN:** es la seguridad racional de haber hecho lo que estaba dentro del alcance de nuestro poder, con cierto grado de éxito.

**SEGURIDAD:** es el conjunto de actividades dedicadas al diseño, implementación de sistemas de control de los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo y/o acciones y actividades que hacen que el trabajador labore en condiciones seguras tanto ambientales como personales, con el fin de conservar la salud y preservar los recursos humanos y personales.

**TAREA:** trabajo, obra o actividad que realiza una persona o una máquina. Trabajo que debe hacerse en un tiempo determinado.

**TÉCNICA:** es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos, que tienen como objetivo obtener un resultado determinado, ya sea en el campo de la ciencia, de la tecnología, del arte, del deporte, de la educación o en cualquier otra actividad.

**TIEMPO:** es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio de los sistemas sujetos a observación.

**TPM:** es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción industrial.

**TRAZABILIDAD:** se entiende trazabilidad como el conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.

**ULTRACASTER:** máquina que mezcla y dosifica el material para las piezas de polímero colado.

**UTILIDAD:** utilidad es la propiedad por la cual una cosa o acción adquiere la condición de valor útil para satisfacer las necesidades humanas. Es la diferencia entre los ingresos obtenidos por un negocio y todos los gastos incurridos en la generación de dichos ingresos.

**VIGILANCIA:** es el proceso de monitoreo de personas, objetos o procesos dentro de sistemas para la conformidad de normas esperadas o deseadas en sistemas confiables para control de seguridad.

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del trabajo de grado “implementación de un sistema de mantenimiento preventivo en la empresa FIRPLAK S.A.”, es crear un sistema de mantenimiento preventivo con el cual se contribuya a la reducción de tiempos muertos y desperdicios por daños y averías en el proceso productivo.

Para alcanzar el objetivo se empleo una metodología descriptiva, ya que se cuenta cual es la problemática que se evidencia en la planta de producción debido a los paros ocasionados por las maquinas, adicional a esto es tipo de mantenimiento que se aplica es correctivo.

Se analizo la situación de la empresa en cuanto a los paros por averías en las maquinas y los problemas económicos que estos generan, se recopilo información de los documentos de mantenimientos realizados a los equipos y observaciones realizadas a los procesos productivos y el comportamiento de los operarios al producirse una avería en las maquinas, en esta recopilación de información se evidencio por medio de gráficos de Pareto que había una línea que presentaba mayor numero de averías y de esta línea una maquina en especial, la Ultracaster la cual tenia mas del 80% de averías de la línea, se capacito a los operarios y al personal de mantenimiento en las técnicas de Cinco S y TPM, con esta implementación se redujeron las averías y los paros en un 60%, en FIRPLAK S.A. se trabaja con mayor orden, aseo y seguridad para los operarios, mejores tiempos de producción y sin perder tanto dinero gracias a el mantenimiento preventivo.

## **ABSTRACT**

The main objective of the thesis “implementation of a preventive maintenance system in the company FIRPLAK SA” is to create a preventive maintenance system which contributes to reducing downtime and waste for damage and faults in the production process.

To achieve the objective a descriptive methodology was used, because it talks about the problem which is evidenced in the production due to plant shutdowns caused by the machines, in addition to this type of maintenance is applied the corrective.

The situation of the company was analyzed in terms of downtime due to breakdowns in the machines and the economic problems that they generate, information from the documents of the maintenance made to equipment was collected and observations made to production processes and the behavior of operators after fault in the machines, in this collection of information is evidenced by Pareto charts that had a line which as many breakdowns and a machine of this line especially the Ultracaster which had more than 80% of line faults were trained operators and maintenance personnel in the techniques of Five S and TPM, with this implementation is reduced breakdowns and stoppages by 60%, in Firplak SA now, the people work with higher order, cleanliness and safety , better production times without losing much money through preventive maintenance.

## INTRODUCCION

En la actualidad existen empresas que aun no conocen el significado y la importancia del mantenimiento preventivo ya que solo se dedican a corregir errores y por consecuencia de ello parar o suspender las actividades de una planta de producción.

El mantenimiento preventivo es aquel que se destina para la conservación de los equipos o instalaciones mediante la realización de revisiones y reparaciones inmediatas de los mismos, con el fin de garantizar un excelente funcionamiento y confiabilidad en la calidad de los productos.

Es importante resaltar que este tipo de mantenimiento se puede ejecutar con el equipo en marcha o movimiento ya que en estas circunstancias se puede detectar mucho más fácilmente alguna falla.

Cuando se cuenta con la predicción de funcionamiento de un equipo, a su vez se puede tener planes de emergencia o de segundo plano, como lo son; otros equipos, piezas de remplazo, tiempos de ciclo, plazos de entregas de los productos, etc.

Cabe la pena resaltar que todo este procedimiento comienza con una buena idea de implementación haciendo énfasis en los puntos críticos o de falla que más frecuentemente se presentan y más aun cuando los equipos son demasiado viejos y cuando un equipo es relativamente nuevo se le debe prestar el manejo adecuado siguiendo las instrucciones de uso realizadas por su fabricante para evitar daños futuros.

Lo importante en este tipo de mantenimiento es que el desarrollo, medición y vigilancia sean constantes para garantizar el pleno funcionamiento de lo equipos y excelente calidad en los productos.

## 1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

FIRPLAK S.A., es una empresa dedicada al diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de productos para baños y cocina en poliéster reforzado, fibra de vidrio y polímero colado. La planta principal se encuentra ubicada en la calle 29 número 41- 15 en el municipio de Itagüí, Antioquia, cuenta con asesores comerciales en Santander, eje cafetero, Cundinamarca, la Costa Atlántica y Tolima.

La problemática que se evidencio en la empresa FIRPLAK S.A. es la de los paros prolongados en la reparación de las maquinas debido a que el tipo de mantenimiento que se realiza es correctivo, lo que quiere decir que solo se interviene la maquinaria en el momento que presenta la falla, generando atrasos en la producción y altas pérdidas monetarias para la empresa. Una de las pocas ventajas que tiene este tipo de mantenimiento es el que se aprovecha al máximo la vida útil de los repuestos y partes de las maquinas, ya que solo se remplazan cuando terminan su vida útil y están desgastadas.

La falta de capacitación de los operarios en pequeñas inspecciones también hace parte del problema, ya que no saben identificar las anomalías mas básicas de las maquinas para darles una oportuna solución.

Por parte de mantenimiento no hay un seguimiento planeado para verificar las condiciones de los equipos.

Debido a que las pérdidas monetarias, los retrasos en producción y el incumplimiento a la hora de entregar los pedidos a causa del mantenimiento correctivo eran significativos, la gerencia de la empresa optó o por implementar un sistema en el cual se disminuyeran todos los problemas ocasionados por la implementación de este sistema de mantenimiento algo antiguo y poco ortodoxo, por un sistema el cual le generara disminución en las perdidas por paros y a su vez comprometiera a la parte operativa y de producción de la empresa con el cuidado y mantenimiento básico de las maquinas como la limpieza y lubricación entre otras.

Para ello se debe implementar un sistema de mantenimiento preventivo, el cual se basa en realizar las reparaciones a las maquinas y equipos con una frecuencia de tiempo que se determina por indicaciones del fabricante y por la experiencia adquirida a través del tiempo en el manejo y reparación de los equipos de esta empresa. Este tipo de mantenimiento al implementarlo en conjunto con las Cinco S y el TPM se convierte en una herramienta muy eficaz para disminuir los paros de las maquinas por reparaciones y por consiguiente disminuir los paros de producción, los retrasos en las entregas y las pérdidas monetarias por estos factores.

**¿Será que implementando un sistema de mantenimiento preventivo en la empresa FIRPLAK S.A se solucionara el problema de los paros?**



## 2. JUSTIFICACION

Este proyecto se realiza con el fin de conocer el funcionamiento y beneficios que ofrecen los sistemas de mantenimiento preventivo en las maquinas industriales dentro de un sistema productivo.

El proyecto tiene una gran viabilidad ya que son implementaciones que se pueden ver reflejadas a corto plazo y pueden tener inversiones muy bajas, solo es realizar cierto tipo de ajustes a los parámetros actuales y verificar constantemente la asignación de tareas y vigilancia del procedimiento, además de poseer la facilidad de realizar evaluaciones de desempeño por medio de herramientas tecnológicas para la obtención de resultados.

Este proyecto servirá no solo para la empresa en la rebaja de costos y tiempos sino también para crear en las personas cierto grado de conciencia sobre el manejo y cuidado de la maquinaria, además de aportar conocimiento y experiencia a las personas que desarrollan este tipo de ideas.

Es importante resaltar que este tipo de proyectos trae múltiples beneficios en la compañía en el tema costo-operación, ya que en ocasiones por falta de conocimiento de las personas no se realizan sistemas de acciones de mejoras y por lo tanto estas se pueden ver reflejadas en la mano de obra y compra o cambio constante de piezas de maquinaria que pueden ser útiles solo un momento y luego pasan a ser obsoletas.

Este proyecto también se justifica en la necesidad que tienen las empresas para mejorar sus procesos, garantizar la satisfacción del cliente y lógicamente para generar mayores ingresos a la compañía, el cual es el principal objetivo de toda organización.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Crear un sistema de mantenimiento preventivo con el cual se contribuya a la reducción de tiempos muertos y desperdicios por daños y averías en el proceso productivo.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de mantenimiento e identificar la maquina mas critica en una línea piloto (polímero colado) mediante la elaboración de un grafico de pareto.
- Recopilar información para observar la trazabilidad de los daños de la máquina en la línea piloto.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para la maquina mas critica para luego implementarlo en las demás maquinas de la línea piloto.

## **4. EMPRESA**

### **4.1 HISTORIA**

FIRPLAK S.A. es una compañía dedicada a la fabricación y comercialización de productos para baños, cocina y zonas de ropa, (bañeras, bañeras con sistema de masaje, lavamanos, lavaplatos, lavarropas, lava escobas, etc.).

Inició operaciones en 1978 y actualmente cuenta 4 líneas de producción: la línea de fibra de vidrio para bañeras y bañeras con sistema de masaje, la línea de polímero colado para lavamanos, lavaplatos, lavarropas, y accesorios, la línea ambiental para lavamanos, lavaplatos, lavarropas en material recuperado, y la línea de RTM para mesones y bañeras sencillas con molde cerrado asistido por vacío, esta es una nueva tecnología.

En 1988 se inicia en el mercado externo de la compañía. En 1999 comienza con el desarrollo de procesos de conversión en materiales para la elaboración de nuevos productos, y como compromiso de FIRPLAK S.A. con la preservación del medio ambiente.

En noviembre de 2004 fue otorgado el certificado ISO 9001.

Buscando siempre el mejoramiento continuo actualmente el inicio del programa TPM (mantenimiento productivo total) el cual logra integrar los sistemas de gestión e incluir la gestión medio ambiental, la salud ocupacional, el entrenamiento de personal, el mantenimiento de las maquinas y equipos teniendo como constante la prevención de todo tipo de pérdidas (garantizando cero accidentes, cero defectos y cero fallas). Involucrando a todo el personal, desde la alta gerencia hasta los trabajadores de planta, esto con el fin de crear un sistema corporativo que maximice la efectividad del área productiva.

### **4.2 MISION**

Contribuir a brindar ambientes agradables y estéticos con productos para baños y cocinas incrementando las competencias del personal y la eficacia de la compañía.

### **4.3 VISION**

En el año 2012 FIRPLAK S.A. será reconocida por nuestros usuarios al generar confianza con nuestros productos mediante personal competente e innovador para el logro de una utilidad neta del 10%.

### **4.4 POLITICA DE CALIDAD**

En FIRPLAK S.A. estamos comprometidos en lograr la satisfacción de nuestros clientes con productos para baños y cocinas, con la participación de colaboradores confiables y competentes, mejorando e innovando continuamente los procesos de forma segura y amigable con el medio ambiente, para lograr una utilidad neta del 10%.

## 5. MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 MARCO CONTEXTUAL

FIRPLAK S.A., es una empresa dedicada al diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de productos para baños y cocina en poliéster reforzado, fibra de vidrio y polímero colado. La planta principal se encuentra ubicada en la calle 29 número 41- 15 en el municipio de Itagüí, Antioquia, Colombia, cuenta con asesores comerciales en Santander, eje cafetero, Cundinamarca, la Costa Atlántica y Tolima.

Algunos de los productos que fabrica le empresa son: Bañeras, jacuzzis, torre duchas, lavaplatos, lavarropas, lava traperos, sus principales clientes son: construcciones de moteles, hoteles, urbanizaciones y obras de interés social, sodimac, depósitos y ferreterías, Flamingo y Electrobello.

La empresa cuenta con 151 empleados en general, 60 son operativos, 7 de mantenimiento, 41 administrativos y 43 asesores comerciales en Antioquia y el resto del país.

El mapa de procesos inicia con los procesos gerenciales los cuales son la gerencia general, ventas nacionales y exportaciones, planeación y producción, despachos, los procesos misionales son compras, diseño, recursos humanos y los procesos de apoyo son mantenimiento y contabilidad.

El área de producción esta dividida en tres plantas, la primera donde se fabrican los productos en fibra de vidrio y polímero colado, esta cuenta con la siguiente maquinaria: cabinas de pintura, cabinas de pulido, taladros, pulidoras, ruteadoras, prensas manuales, pistolas de pintura, un equipo de aspersion para la fibra de vidrio importado de Estados Unidos, un compresor, un equipo multicolor para pintar los moldes y una ultracaster para el vaciado de las piezas en polímero; la segunda planta llamada planta ambiental en la cual se fabrican producto que sobran en la planta de fibra de vidrio y polímero colado, esta cuenta con la siguiente maquinaria: dos molinos, uno para moler fibra de vidrio y el otro para polímero colado, pistolas de pintura, agitador neumático, cabina de pintura, sistema de ventilación, pulidora, taladro, ruteadora y la planta tres es la planta de RTM (resin transfer molding) donde se fabrican productos con alta tecnología, esta planta cuenta con la siguiente maquinaria: un equipo de inyección importado de Inglaterra, pistolas de pintura, cabina de pintura, taladro, pulidora, puente grúa, estación de vacío, un compresor

La problemática que está ocurriendo en esta empresa es que debido a la falta de capacitación, sentido de pertenencia y algo de sentido común del personal operativo y la falta de tiempo por parte del departamento de producción para realizarle un adecuado mantenimiento las maquinas, se están generando grandes paros de producción por reparaciones.

En la mayoría de las ocasiones cuando el operario reporta el fallo del equipo es porque ya está la maquina parada por que se daño por completo una o varias partes de este, ya que el poco conocimiento y el desinterés por mantener la máquina en buen estado de algunos operarios, conlleva a estos paros.

El departamento de producción no deja espacio para realizarles inspecciones a los equipos porque para ellos la prioridad es tener la producción a tiempo y listo para entregar.

A este problema se anexa que algunos repuestos son muy costosos y no se pueden mantener en stock y pedirlos implica una espera de días o incluso meses ya que la maquinaria es extranjera y los repuestos no se consiguen en el país.

Cuando un equipo falla y no tiene reparación se le da de baja, para esto hay un formato en el cual debe quedar registro por efectos contables

## **5.2 MARCO TEORICO**

**5.2.1 Herramienta de las Cinco S.** La integración de diversas disciplinas introducidas por la creciente evolución de las tecnologías a nivel de la concepción se prolonga a nivel del taller. Ello, por un lado, tiene efectos directos sobre la actividad del personal de mantenimiento, y por otro, influye en la cooperación y la interdependencia entre mantenimiento, producción y los restantes departamentos de la empresa.<sup>1</sup>

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos. En Ingles se ha dado en llamar “housekeeping” que traducido es “ser amos de casa también en el trabajo”.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> SOURIS, Jean Paul. Mantenimiento Fuente de Beneficios. Madrid: Ediciones Día de Santos S.A., 1992.

<sup>2</sup> ROSAS D., Justo. Las 5s herramientas básicas de mejora de la calidad de vida [en línea]. [Citado el 14 de Agosto de 2012]. Disponible en internet: <<http://www.ponce.inter.edu/empleo/OPUSCULOS/EMPLEO/LAS%20S%20en%20eI%20Area%20de%20Empleo.pdf>>

La herramienta de las Cinco S, originada en Japón en los años 60's, es una herramienta de calidad que permite implementar y establecer estándares para tener áreas y espacios de trabajo en orden y aseo para realizar eficazmente las actividades laborales.

Según el autor del libro "las Cinco S, Herramientas de Cambio" Dorbessan (2001), el nombre - Las "Cinco S" - proviene de las palabras que lo caracterizan, las cuales, en la transcripción fonética de los ideogramas japoneses al alfabeto latino, comienzan con S, ellas son: <sup>3</sup>

**5.2.1.1 Seiri - Separar o Clasificar.** Mantener solo lo necesario para realizar las tareas.

#### ***Ventajas de la clasificación***

- Reducción de espacios, stock, almacenamientos y transporte seguro.
- Evita la compra de materiales innecesarios y el deterioro de los mismos.
- Aumenta la productividad de las máquinas y de las personas que las operan.
- Da un mayor sentido a la clasificación y a la economía, menor cansancio físico y mejora la facilidad de las operaciones.

Preguntas que se deben hacer para poner en práctica este sistema:

- ¿Qué se debe desechar?
- ¿Qué se debe guardar?
- ¿Qué es útil para cada persona o departamento?
- ¿Qué se debe reparar?
- ¿Qué se puede vender?

**5.2.1.2 Seiton – Ordenar.** Mantener las herramientas y equipos en condiciones de fácil utilización.

En este tipo de organización es importante tener en cuenta la eficacia de los procesos, es una cuestión de cuán rápido puedo conseguir lo que se necesita y cuán rápido puedo devolverlo a su sitio. Cada cosa debe estar en un sitio único y

---

<sup>3</sup> DORBESSAN, José Ricardo. Las 5s, herramientas de cambio. Primera Edición. Buenos Aires: Editorial Universidad Tecnológica Nacional, 2001.

este lugar debe ser exclusivo para encontrarse antes de su uso y después de utilizarlo debe devolverse a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso.

Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida y en el momento o lugar adecuado nos llevara a obtener las siguientes ventajas:

- Menor necesidad de tener stock o producción en inventario.
- Facilitar el transporte interno, el control de la producción y ejecución de tareas a largo plazo.
- Menor tiempo de búsqueda en las cosas que nos hacen falta.
- Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los que ya están almacenados.
- Aumenta el capital.
- Aumenta la productividad de las máquinas y la eficiencia de las personas.

**5.2.1.3 Seiso – Limpiar.** Mantener limpios los lugares de trabajo, las herramientas y los equipos.

Es importante que cada sección o departamento tenga asignada una zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar, si las personas no asumen este compromiso con responsabilidad nunca será real.

Todo el personal deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio, cada trabajador debe realizar el aseo de su puesto de trabajo después de culminar sus labores o retirar cualquier tipo de suciedad.

### ***Beneficios***

- Se evita hacer las cosas dos veces.
- Facilidad en la venta de productos.
- Evita pérdidas o daños a los materiales y productos.
- Proporciona imagen interna y externa de la empresa.

### ***Como conseguir que la limpieza se convierta en un hábito:***

- Guardar las herramientas de trabajo cuando se terminen de usar.
- Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en óptimas condiciones de uso.
- No debe tirarse nada al suelo.



- No debe existir ninguna excepción cuando se trata de limpieza, el objetivo no es impresionar visitas sino de tener un ambiente ideal para trabajar con gusto y calidad total.

**5.2.1.4 Seiketsu – Estandarizar.** Mantener y mejorar los logros obtenidos. Esta fase se envuelve en significados grandes como higiene y visualización. La higiene es el mantenimiento de la limpieza y del orden. Quien exige y hace calidad cuida mucho de la apariencia ya que un ambiente limpio proporciona seguridad. Quien no cuida de sí mismo no puede cuidar de la empresa y de los productos y servicios que en ella se realizan.

Se pueden utilizar técnicas visuales ya que se ha demostrado que es de gran utilidad y de mejora continua ya que lo que se percibe se puede mejorar. Se utiliza tanto en la producción, en la calidad, en la seguridad y en la atención al cliente.

Las visitas periódicamente a todas las áreas donde se realiza la implementación de las Cinco S ayuda a detectar aquellos puntos que necesitan mejora.

### ***Ventajas***

- Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.
- Evita daños a la salud del trabajador y del consumidor.
- Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
- Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

### ***Recursos***

- Aviso de peligro, advertencias, limitación de velocidad, etc.
- Informaciones e instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
- Avisos que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
- Instrucción y procedimientos de trabajo.

**5.2.1.5 Seiketsuke – Autodisciplina.** Cumplimiento de las normas establecidas. Disciplina no significa que habrá unas personas pendientes de nosotros preparados para castigarnos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer, el deseo es crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos.

Mediante el entrenamiento y la formación de todos (Que queremos hacer) y la puesta en práctica de estos conceptos (Vamos a hacerlo), es como se consigue con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

Finalmente se trata de la mejora alcanzada en las cuatro S se convierta en una rutina, en una práctica más de nuestros que haceres. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción.

Esta última S es el mejor ejemplo de compromiso con la mejora continua. Todos debemos asumirlo porque todos saldremos beneficiados.

El objetivo principal de la aplicación de la técnica de las Cinco S es desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, en un clima de seguridad, orden, limpieza y constancia que permite el correcto desempeño de las operaciones diarias, logrando así los estándares de calidad requeridos por los clientes.

Las Cinco S también se entienden como un sistema que ayuda a alcanzar la excelencia en el día a día. El programa es eficaz y ayuda a quien lo aplica a realizar mejor su trabajo. Cada palabra contiene una recomendación muy concreta sobre la organización del trabajo.

Las tres normas básicas para la aplicación de las Cinco S son:

- Se requiere cambios radicales en nuestros hábitos de trabajo y su aplicación debe impulsarse a través de un seguimiento periódico de su grado de cumplimiento.
- Efectuar periódicamente una sensibilización del personal de las diferentes dependencias dando a conocer las ventajas de aplicación del sistema de para lograr ambientes de trabajo saludables.
- Cada dependencia debe asumir un compromiso frente a su implementación, aplicación y permanencia del mismo.

**5.2.2 Mantenimiento Productivo Total “TPM”.** La función principal de mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos mediante registros de control llevados a cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de mantenimiento para la ejecución de tareas en el momento oportuno. Los niveles de mantenimiento tratan sobre las posibles acciones mentales que pueden desarrollar el hombre sobre las máquinas y su ejecución organizada, lógica y coherente. Es imprescindible tener en cuenta que se habla de mental porque solo el hombre puede diferenciar si la tarea que se realiza es

planeada o no, si es reparación o mantenimiento, si es correctiva, modificativa, preventiva o predictiva.<sup>4</sup>

La eficacia del mantenimiento ya no debe considerarse aisladamente, sino a través de los diferentes actores que participan, directa o indirectamente, en la producción empresarial.<sup>5</sup>

Según el autor de libro “TPM en la Industria en Proceso” Suzuki (1995), el TPM es una metodología japonesa que se desarrollo inicialmente en la industria del automóvil, hoy en día es adoptada por las industrias de manufactura y ensamble para mejorar continuamente, de tal forma que involucra todos los procesos de la compañía, fomenta primordialmente el trabajo en equipo.

El TPM mejora de forma dramática los resultados de las empresas y estimula la creación de lugares de trabajos seguros, gratos y productivos, optimizando las relaciones entre las personas y el equipo que emplean.<sup>6</sup>

Hay tres razones principales por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria: garantiza drásticos resultados, transformas visiblemente los lugares de trabajo, y eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento

También dice Suzuki en su libro que las empresas que ponen en práctica el TPM invariablemente logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, la reducción de los tiempos en vacíos y pequeñas paradas, en la disminución de defectos y reclamaciones de calidad, en la elevación de la productividad, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes, y en la promoción de la implicación de los empleados.

Como las actividades TPM fueron contempladas primeramente en el entorno de los departamentos de producción, el TPM se definió originalmente por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) incluyendo las siguientes cinco estrategias:

- Maximizar la eficacia global que cubra la vida entera del equipo.
- Establecer un sistema PM global que cubra la vida entera del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos que planifiquen, usen y mantengan equipos.
- Involucran a todos los empleados desde la alta dirección a los operarios directos.

---

<sup>4</sup> MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. México: Editorial Alfaomega. 2009

<sup>5</sup> SOURIS, Jean Paul. Mantenimiento Fuente de Beneficios. Madrid: Ediciones Día de Santos S.A., 1992.

<sup>6</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias en proceso. Madrid: Editorial TGP Holshin, 1995.

- Promover el PM motivando a todo el personal, p.e. promoviendo las actividades de los pequeños grupos autónomos.

Sin embargo, el TPM se aplica por toda la empresa, abarcando los departamentos de desarrollo del producto, así como los administrativos y de ventas. Para reflejar esta tendencia, el JIPM ha introducido en 1981 una nueva definición del TPM, con los siguientes componentes estratégicos:

- Crear una organización corporativa que aumente la eficacia de los sistemas de producción
- Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los cero accidentes, defectos y averías) en la vida entera del sistema de producción
- Involucrar a todos los departamentos en la implantación del TPM, incluyendo desarrollo, ventas y administración
- Involucrar a todos, desde la alta dirección a los operarios de la planta, en un mismo proyecto
- Orientar decididamente las acciones hacia las “cero-pérdidas” apoyándose en las actividades de los pequeños grupos.<sup>7</sup>

Es de suma importancia la selección y adiestramiento de cuadrillas y del personal de mantenimiento. La selección del personal normalmente se controla a través de contratos de trabajo y varía desde la adhesión estricta al escalafón o antigüedad. Las bases de la selección son: la preparación, la inteligencia, la aptitud mecánica, valores personales y experiencia.<sup>8</sup>

**5.2.2.1 Objetivos Estratégicos.** El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad, reducción de costos operativos y conservación del conocimiento de la industria.

**5.2.2.2 Objetivos Operativos.** El TPM tiene como Propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías ni fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

---

<sup>7</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias en proceso. Madrid: Editorial TGP Holshin, 1995.

<sup>8</sup> MORROW, L.C. Manual de Mantenimiento Industrial. Tercera Edición. México: Compañía Editorial Continental S.A., 1974.

**5.2.2.3 Objetivos Organizativos.** El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el 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

**5.2.2.4 Características.** Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.
- Se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas: a) dirección de operaciones de mantenimiento y b) dirección de tecnologías de mantenimiento.

#### **5.2.2.5 Beneficios**

##### ***Organizativos***

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

##### ***Seguridad***

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.

- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

### ***Productividad***

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor costo financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

**5.2.3 Procesos Fundamentales TPM.** El TPM tiene como finalidad: el mantenimiento de estándares y la búsqueda permanente de la mejora de los mismos con el fin de mejorar los performances o comportamientos técnicos de un proceso, a través de una implicación concreta y una participación diaria de todos los miembros y funciones de la organización, en particular de todas las relacionadas con el proceso productivo.<sup>9</sup>

Los procesos fundamentales han sido llamados pilares, los cuales sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización, estos son:

**5.2.3.1 Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen.** Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e internacionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las plantas industriales.

---

<sup>9</sup> REY SACRISTAN, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción. TPM proceso de Implementación y Desarrollo. Madrid: FC Editorial, 2001.

**5.2.3.2 Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.** Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su Propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respecto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden. El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, 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 y 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.

Con la adopción del mantenimiento autónomo, el operario de producción asume tareas de mantenimiento Productivo, incluida la limpieza, así como algunas propias del mantenimiento preventivo, y sobretodo advertir da la necesidad del mismo<sup>10</sup>

**5.2.3.3 Mantenimiento planificado o progresivo.** El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención y de conocimiento a partir de datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

**5.2.3.4 Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.** Esta clase de mantenimiento tiene como Propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

---

<sup>10</sup> ARBOS CUATRECASES, Lluís, TORRELL MARTINEZ, Francesca. TPM en un Entorno Lean Management. Barcelona: Profit Editorial, 2010.

**5.2.3.5 Prevención de mantenimiento.** Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación.

Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

**5.2.3.6 Mantenimiento en áreas administrativas.** Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcionen eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

**5.2.3.7 Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.** Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

**5.2.3.8 Relación entre pilares.** Los procesos fundamentales o "pilares" del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y esta dependerá del grado de



desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento en relación a cada uno de los procesos fundamentales. Por ejemplo, en una cierta empresa proveedora del sector eléctrico ha decidido iniciar sus actividades TPM a través del Mantenimiento de Calidad, ya que la planta es nueva y la tecnología que posee es muy moderna. Los equipos se han comprado recientemente, por lo tanto el grado de deterioro acumulado no es un problema en esta planta. Una planta antigua deberá iniciar sus actividades de TPM implantando el pilar Mejoras Enfocadas y seguramente el Mantenimiento Autónomo podrá contribuir también a mejorar el estado del equipo de la planta.

**5.2.3.9 Los valores y principios.** Son aquellas creencias profundas que el individuo considera importante. La palabra valor deriva del latín valere, "ser fuerte, vigoroso, potente", es todo aquello que es digno de mérito y respeto. Los valores son permanentes y moldean los sentimientos, conducta y comportamiento de la persona. Estos valores determinan las prioridades con que la empresa decide sus acciones. Los valores en los que se apoya el TPM son:

- Respeto por el individuo
- Respeto por el medio ambiente de trabajo
- Aprecio por los recursos disponibles de la empresa

**5.2.3.10 Propósito estratégico.** Son ambiciones a las que aspira la organización. Proviene de la palabra latina proponere "declarar". El Propósito estratégico tiene presente la visión de cómo debe ser la posición de liderazgo deseada de la empresa y establece criterios que la organización utilizará para establecer el camino y las pautas de su progreso". El Propósito estratégico es un reto que la dirección promueve dentro de la organización para generar espíritu de "esfuerzo" dirigido. El Propósito estratégico es más que una ambición, numerosas compañías poseen un Propósito estratégico ambicioso y sin embargo no alcanzan sus objetivos. Este concepto debe abarcar también un proceso activo de dirección que:

- Centrar la atención de la empresa en la idea profunda del triunfo; motivar al personal mediante la comunicación del valor del objetivo; dejar espacio para las aportaciones individuales y de equipos; mantener entusiasmo proporcionando nuevas definiciones operativas a medida que cambian las circunstancias.
- Debe establecerse a lo largo del tiempo. El Propósito estratégico debe brindar coherencia a las acciones a corto plazo.
- El propósito estratégico fija unos objetivos que merecen el esfuerzo y el compromiso del personal. Se trata de crear una fuerza interna que permita lograr coherencia de todas las actividades que se desarrollan en la empresa.

Crear una sensación de urgencia. Esto muestra al interior de la organización la necesidad de crear un ambiente de mejora y proporcionar a los empleados la capacidad y conocimiento para que puedan trabajar eficazmente.

Para lograr los propósitos estratégicos es necesario crear unidades integradas de producción. Según REY SACRISTAN (2001) las unidades integradas de producción son la base de la organización del trabajo en pequeñas fábricas o unidades básicas. De dimensiones reducidas, entre 10-25 miembros, se constituye en torno a una actividad homogénea de producción (proceso básico) como por ejemplo: línea para procesar por mecanizado una culata de motor. Este equipo tiene como tareas básicas la producción, el mantenimiento de los equipos y la calidad del producto que fabrica, así como la gestión de flujos.

Se caracterizan por la polivalencia de sus miembros y el desarrollo de su profesionalización gracias a la integración de las tareas antes enumeradas y a la polivalencia necesaria para trabajar en equipo o grupo de producción.

Estas unidades base están animadas, en un contexto de simplificación de línea jerárquica ,por un jefe de unidad, único nivel de mando, al que se le refuerzan las competencias habituales y los medios, asumiendo el papel de animación, de formación así como el seguimiento de todo plan de progreso que se implante.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> REY SACRISTAN, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción. TPM proceso de Implementación y Desarrollo. FC Editorial. Madrid. 2001

## 6. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO

La idea de implementar un sistema de mantenimiento preventivo surgió con el objetivo de cambiar el sistema que se manejaba, el cual consistía en esperar a que el equipo fallara para repararlo. Este sistema es más conocido como mantenimiento correctivo o de averías.

Como reparaciones se definen las tareas no planeadas de mantenimiento que se realizan después de que sucede la falla. Las hay de dos tipos: Correctivas y modificativas. El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla y se le considera de corto plazo. Las personas encargadas de reportar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de las maquinas o equipos y las reparaciones corresponden al personal de mantenimiento. El desvare consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a una condición de trabajo u operación, pero no necesariamente a sus condiciones estándar.<sup>12</sup>

Para facilitar las reparaciones rápidas y la prevención se capacito a los operarios quienes manejan el equipo para que detecten las anomalías cuando realizan los chequeos diarios o supervisan rutinariamente el equipo, informando todo esto a los técnicos de mantenimiento.<sup>13</sup>

Para iniciar el desarrollo del sistema de mantenimiento preventivo fue necesario hacer un diagnostico de la situación actual de los equipos incluyendo el inventario de la maquinaria, se le asigno a cada equipo un código y se les marco físicamente para identificarlos

Después de realizar el inventario de equipos se conformo un grupo de cuatro personas de cuatro de los departamentos de seguridad y medio ambiente, calidad, producción y mantenimiento para evaluar el equipo y saber que tanto afecta a estos departamentos.

Estas personas evaluaron los problemas que afecta la producción desde el punto de vista de cada departamento, cada máquina obtuvo un puntaje y este definió la criticidad de cada equipo, ya sea A B ó C.

---

<sup>12</sup> MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. México: Editorial Alfaomega, 2009.

<sup>13</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias en proceso. Madrid: Editorial TGP Holshin, 1995.

Los equipos tipo A son aquellos escogidos para implementar el sistema de mantenimiento preventivo, cabe anotar que estos equipos inciden mucho en la calidad del producto, seguridad del personal, costos y retrasos en tiempos de entrega.

De los equipos tipo A se debe resaltar el equipo mas critico para implementar el programa piloto de mantenimiento preventivo.

## 7. METODOLOGIA

### 7.1 METODO A EMPLEAR

El tipo de investigación es descriptiva, ya que se cuenta cual es la problemática que se evidencia en la planta de producción debido a los paros ocasionados por las maquinas, adicional a esto es tipo de mantenimiento que se aplica es correctivo

La implementación del mantenimiento se llevara a cabo basada en la metodología TPM (Mantenimiento productivo total), especialmente desde los pilares de Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo.

La técnica de las Cinco S será una gran ayuda para la implementación del mantenimiento preventivo porque brindara un entorno más agradable en cuanto a limpieza y orden en los lugares de trabajo y en el taller de mantenimiento, haciendo que las actividades se realicen de una forma eficiente y eficaz.

Para realizar un estudio descriptivo del proyecto se requiere emplear los siguientes métodos:

**7.1.1 Observación.** Este método es muy útil para visualizar los problemas que ocasiona el mantenimiento correctivo y la magnitud de los cambios a raíz de la implementación del mantenimiento preventivo basado en el TPM y las Cinco S. este mismo método se utilizara también para el análisis de los resultados obtenidos.

**7.1.2 Documentación.** Por medio de este método se recopilara la información tanto del método anterior como del método actual y todos los beneficios que trae su implementación.

### 7.2 POBLACION

La empresa FIRPLAK S.A. cuenta con una fuerza laboral de 151 empleados, dividido de la siguiente forma:

Producción: 60  
Mantenimiento: 7  
Administración: 41  
Ventas: 43

### **7.3 MUESTRA**

El proyecto de implementación del mantenimiento preventivo se lleva a cabo en todas las maquinas de la empresa pero inicialmente se hará una muestra en una línea piloto, en la maquina que mas paros y averías pueda registrar (la máquina mas critica), de acuerdo a un estudio y un análisis que se realizará previamente. El departamento encargado de la divulgación es el departamento de mantenimiento tanto en la parte operativo como en la administrativa, el departamento de producción conjunto con mantenimiento serán los encargados de implementar las herramientas de TPM y Cinco S.

### **7.4 FUENTES DE INFORMACION**

**7.4.1 Fuentes de Información Primarias.** La principal fuente de información es el departamento de mantenimiento a cabeza del director técnico acompañado de la asistente técnica y el jefe de mantenimiento, quienes son los encargados de la implementación del mantenimiento, en la empresa otras fuentes de información primarias son el jefe producción y los operarios de las maquinas.

**7.4.2 Fuentes de Información Secundaria.** Las fuentes secundarias son los libros de TPM, Cinco S y Mantenimiento Preventivo, el asesor de grado y el internet.

### **7.5 TECNICAS PARA LA RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION**

**7.5.1 Fase 1.** En la empresa FIRPLAK S.A. se evidencia un problema de retrasos en los despachos de mercancía, gran parte de estos problemas se deben a que las maquinas se averían constantemente y las reparaciones hacen que los tiempos de producción se retrasen generando grandes perdidas monetarias. Debido a este inconveniente se analizara la situación a profundidad para tomar las medidas necesarias para corregir estos paros de manera oportuna y sin generar grandes pérdidas para la empresa, para esto se debe recolectar la información necesaria de las fuentes que están más implicadas en estas averías como lo son el departamento de producción y el departamento de mantenimiento.

**7.5.2 Fase 2.** La recolección de la información se hará mediante la observación directa y entrevistas que se realizaran al personal operativo y a los haladores

(supervisores de producción) sobre qué problemas perciben en las maquinas, cada cuanto se presentan estos problemas y que solución le pueden dar a estas averías; la evidencia recogida en documentos de las entrevistas, de todo el proceso de mantenimiento y la observación directa permite evidenciar de una manera más precisa como se llevan a cabo los procesos para la corrección de averías tanto desde el área de mantenimiento como en el proceso productivo, la información obtenida en la observación será registrada en una bitácora indicando la fecha de la observación, la línea y el equipo que se está observando; la evidencia recogida en documentos permite analizar el tipo de avería, con qué frecuencia ocurre, el tiempo que se demora mantenimiento en reparar el equipo, que línea es la que presenta más fallos y cuál es la maquina más representativa a nivel de averías, esta información la registra en un formato la asistente técnica y al final de cada mes se realiza un grafico de barras con toda la información recopilada.

Los formatos utilizados son el FM 14, FM 15 y FM 16

**7.5.3 Fase 3.** Con la información recolectada se realizaran gráficos de Pareto que indiquen cual línea es la que mas averías tiene y de esta línea la maquina con mayores paros por reparación. Esta técnica sirve para evidenciar mediante un grafico de barras el comportamiento de las averías en cada máquina, con qué frecuencia ocurren y en qué cantidad comparando las maquinas unas con otras, por medio de un método cuantitativo el cual ayuda a ordenar las barras de mayor a menor y así identificar donde radica el problema más critico. Esta técnica también es conocida como el 80-20 donde el 20% de las maquinas generan el 80% de las averías.

**7.5.4 Fase 4.** Para llevar a cabo la implementación del sistema de mantenimiento preventivo, se realizará inicialmente una capacitación al personal de la planta sobre la herramienta 5's, ésta capacitación consiste en darles a conocer para que sirve dicha herramienta y que beneficios trae para la compañía. Esto con el fin de generar una cultura dentro de la empresa de orden y aseo.

Esta implementación de las 5's se llevara a cabo inicialmente en una línea piloto la cual debe ser la que presenta el mayor número de averías, luego se replicara en las demás secciones de la planta.

Después de brindarles la capacitación se conformarán pequeños equipos. Para hacer el trabajo más fácilmente se hará con los integrantes de cada sección de la planta. En estos pequeños grupos se implementara cada una de las 5's. Hasta no cumplir con la implementación de esta técnica, no se inicia con el TPM.

La implementación del TPM debe iniciar solo cuando los equipos estén totalmente preparados y con la técnica de las 5's completamente desarrollada. Del TPM solo se aplicaran dos pilares que son los indicados para el mantenimiento preventivo que se quiere implementar en FIRPLAK S.A. los cuales son el Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Planificado.

Se debe brindar capacitación en TPM tanto a los operarios de producción como a los Haladores y a los auxiliares de mantenimiento.

**7.5.5 Fase 5.** Se debe observar y analizar que todo el personal implicado en la implementación del sistema de mantenimiento preventivo basado en TPM y Cinco S tenga todos los conocimientos impartidos en las capacitaciones, de no ser así se debe retroalimentar ya que es indispensable, para esto se realizan evaluaciones al final de cada capacitación y al final del programa de implementación.

Los libros y el diario de campo serán las bases o referentes teóricos de la documentación del proceso de implementación del mantenimiento preventivo, los documentos donde se recopiló la información de todo el proceso y las observaciones serán las evidencias a recopilar en el proyecto de grado.



## **8. DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL**

En FIRPLAK S.A. las averías son un problema cotidiano, y los costos que esta generan son algo elevados

En la empresa se incorporo la metodología TPM y la metodología Cinco S enfocada al sistema.

### **8.1 APORTES PARA LA ESTRATEGIA**

Se pretende trabajar en la disminución de averías, por medio del trabajo en equipo en un sistema de mantenimiento autónomo con base en un programa, el cual mejore el rendimiento de los equipos y la disponibilidad de los mismos.

#### **8.1.1 ¿Cual situación afronta que le impide asumir este reto?**

- La falta de habilidades técnicas de los operarios de mantenimiento.
- La diferencia en conocimientos de los operarios de mantenimiento.
- Poca formación en áreas técnicas.
- Dificultad para capacitar al personal de mantenimiento en el manejo de los equipos más críticos, debido a que éstos no son muy comunes y poca gente sabe como operarlos y mantenerlos.
- Baja remuneración del personal de mantenimiento, lo que impide retenerlos y motivarlos.
- Los operarios de producción solo se preocupan por producir y no por cuidar el equipo, en cambio los operarios de mantenimiento solo se preocupan por reparar el equipo y no por la producción.
- No existe un sistema de información para el mantenimiento.
- Se realizan más mantenimientos correctivos que preventivos, debido a que no se tiene un programa de mantenimiento preventivo adecuado.

### **8.2 SITUACIÓN DE LOS EQUIPOS**

Inicialmente se tiene planeado trabajar con los equipos de la línea piloto (Polímero Colado), para esto se diseñó un archivo para cada equipo, el cual contiene la siguiente información:

- Hoja de vida.

- Clasificación (a- b- c)
- Fotos
- Planos
- Manuales
- Estándares
- Historial de fallos
- Análisis de fallos
- Registros de mantenimiento
- Historial de cambios
- Personal autorizado
- Indicadores

Esta información se está recogiendo para los equipos de esta línea y luego se pretende replicarla en la línea de Fibra de Vidrio.

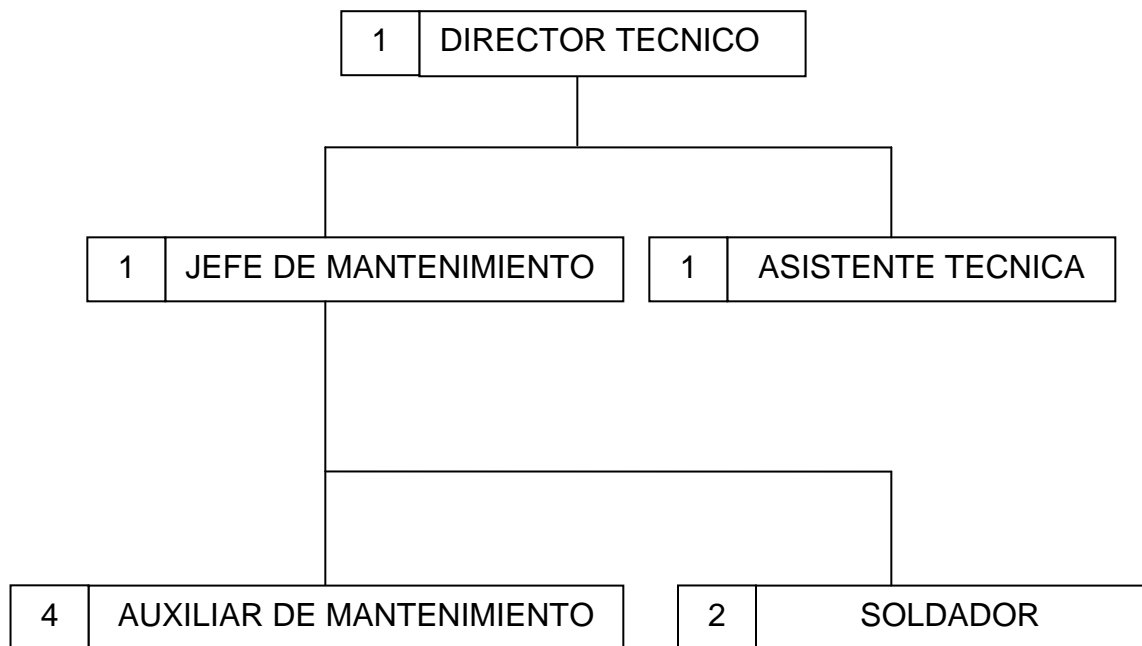
### **8.3 SITUACIÓN DE LAS PERSONAS DE MANTENIMIENTO**

El personal de mantenimiento es relativamente nuevo, la mayoría tiene menos de tres años de estar en la compañía. Todos tienen diferentes niveles de conocimiento y muy pocos tienen formación técnica en las áreas de mantenimiento.

Se cuenta con un Director Técnico, una Asistente Técnica, jefe de mantenimiento, cuatro auxiliares y dos soldadores para realizar las labores de mantenimiento correctivo, preventivo, de instalación y montajes. Uno de los soldadores está dedicado a la fabricación de las estructuras metálicas de los moldes que se hacen en la sección de moldes y el otro soldador se encarga de realizar estructuras para mejorar las instalaciones de los puestos de trabajo de producción.

Los cuatro auxiliares de mantenimiento realizan labores de mantenimiento de maquinaria y equipo en general. Y el jefe de mantenimiento es el encargado de programar las actividades y coordinar las tareas de mantenimiento. También se encarga de supervisar la ejecución de dichos trabajos y de realizar los mantenimientos de mayor dificultad, debido a su gran experiencia en la compañía.

## Anexo A. Organigrama departamento de mantenimiento.



**Fuente:** Tomada del documento situación actual de mantenimiento

### 8.4 MATERIALES Y REPUESTOS

El director técnico y/o el jefe de mantenimiento son los encargados de realizar las compras de los materiales y repuestos requeridos para la ejecución de los mantenimientos. Estos son almacenados en el taller y no se tiene un sistema de inventario que nos permita saber las entradas y salidas y conocer exactamente las existencias de cada uno de los repuestos y el costo respectivo.

En caso de que se necesite realizar un trabajo cualquier persona de mantenimiento puede tomar el repuesto que necesite y no queda soporte de la salida del mismo.

Esta forma de controlar los repuestos y materiales no es la más adecuada, por éste motivo se pretende que sean almacenados y controlados por el almacén. Esta medida puede mejorar en cuanto al control, pero puede afectar la velocidad de respuesta a la solución de averías, porque el personal de mantenimiento debe desplazarse hasta el almacén y solicitar el repuesto que necesita, todo esto genera un aumento en el tiempo de paro ya que actualmente cuando se presenta una avería solo es necesario sacar el repuesto del taller.

## 8.5 METODOS

**8.5.1 Mantenimientos Correctivos.** Las tareas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren.

La tarea no planeada denominada acción modificativa, es una versión superior y desarrollada de las acciones correctivas y sucede cuando en forma continua se aplican reparaciones que no surten efecto en la recuperación de la funcionalidad del equipo.<sup>14</sup>

Un operario detecta una avería en el equipo e inmediatamente diligencia el formato “Solicitud de Mantenimiento Correctivo” F-M-15 y le informa al Halador sobre el problema. El Halador a su vez informa al personal de Mantenimiento sobre lo sucedido y le entrega la solicitud para que se solucione lo más pronto posible.

El personal de mantenimiento realiza las actividades necesarias para solucionar el problema y evitar los paros en el proceso. Luego diligencia el formato “Registro de Mantenimiento” F-M-14. El personal de mantenimiento hace entrega del trabajo realizado al Halador y al operario de producción para que reciban a satisfacción. Finalmente entrega los dos los registros a la Asistente Técnica.

**8.5.2 Mantenimientos Preventivos y Predictivos.** Los mantenimientos preventivos y predictivos se realiza de acuerdo a una planeación de actividades la cual realiza la asistente técnica, esta planeación no obedece a un programa, se programan las maquinas para mantenimiento porque a criterio del director técnico, son las maquinas que más afectan el producto y mas inciden en los paros de producción, no se maneja una secuencia de tiempo o periodicidad para estos tipos de mantenimiento

La Dirección Técnica diligencia el formato de “Solicitud de Mantenimiento Preventivo o Predictivo” F-M-16 y lo entrega al personal de mantenimiento para que realice las actividades programadas. Estas actividades se programan en acuerdo con la Dirección de Producción para evitar interferir lo menos posible con los procesos productivos.

---

<sup>14</sup>MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. México: Editorial Alfaomega. 2009.

El personal de mantenimiento realiza las actividades y luego diligencia el formato "Registro de Mantenimiento" F-M-14. Después hace entrega del trabajo realizado al Halador y al operario de producción para que reciban a satisfacción. Finalmente entrega los dos registros a la Asistente Técnica.

## **8.6 MEDICION DE AVERÍAS**

La medición de averías se activó a partir del mes de agosto del 2008 y para ello fue necesario modificar el procedimiento de mantenimiento del sistema de calidad, de tal manera que permitiera integrar este sistema con el TPM.

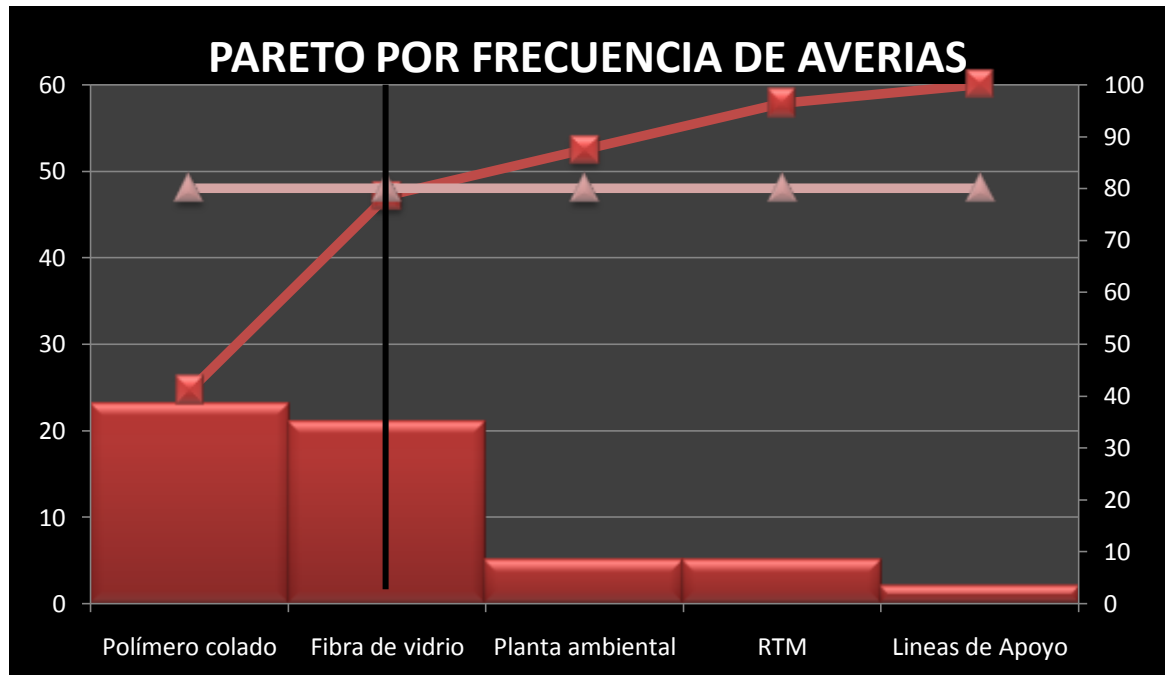
Inicialmente se hicieron reuniones con la Directora de Producción para unificar la manera de medir las averías en un formato que le sirviera a mantenimiento y a producción. Se crearon tres formatos para obtener la información de las averías y de los mantenimientos realizados, tanto correctivos como preventivos. Estos formatos

Actualmente las averías se miden por indicadores, los cuales muestran:

- La cantidad de averías por mes
- El número de horas de paro por averías
- La clasificación de las averías
- El número de averías por línea
- Solución de averías por personal de mantenimiento

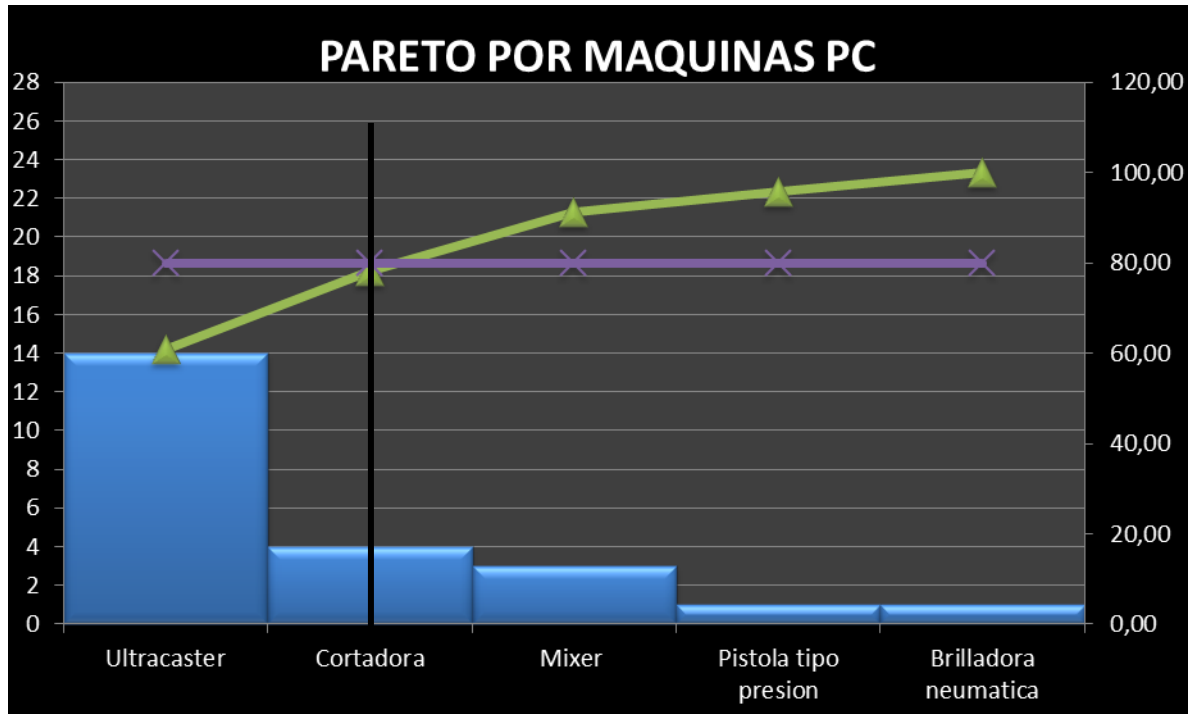
Con la información recopilada durante un año, se realizaron diagramas de Pareto, los cuales muestran cuál es la línea con mayor número de averías y de esta línea la máquina con más fallas y paros productivos.

Tabla 1. Pareto por Frecuencia de Averías



En este Pareto de frecuencias se observa que aproximadamente el 80% de las averías de las máquinas ocurrieron en la sección de polímero colado y fibra de vidrio

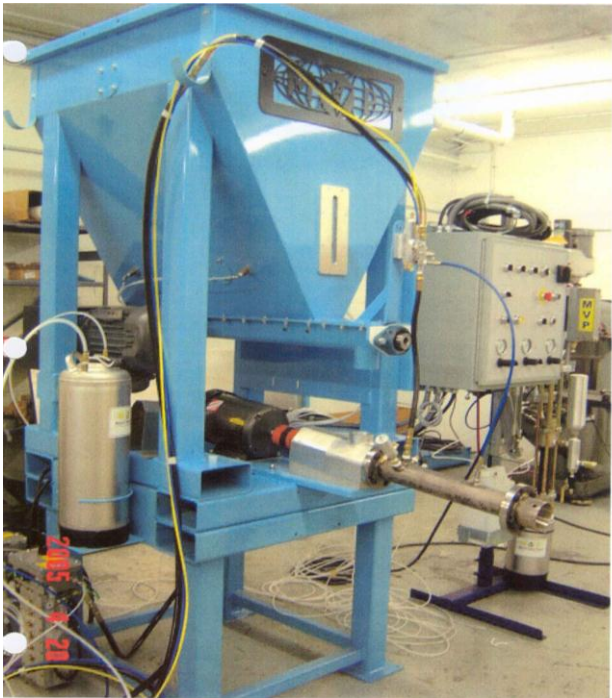
Tabla 2. Pareto por Maquinas PC



En este por maquinas se observa que aproximadamente el 80% de las averías de las maquinas de polímero colado ocurrieron en la ultracaster

**8.6.1 Maquina Ultracaster.** Según el diagrama de Pareto, esta es la máquina que mas fallas presenta en la línea piloto Polímero Colado, a la cual se le dará el enfoque del programa de mantenimiento preventivo.

Foto 1. Maquina Ultracaser





## **9. APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TPM Y LAS CINCO S**

### **9.1 PROPOSITOS A ALCANZAR CON EL PROGRAMA**

El propósito a alcanzar con el programa es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipo e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos especialmente los de la línea piloto y detectar 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 fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo.

La función principal de mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos mediante registros de control llevados a cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de mantenimiento para la ejecución de tareas en el momento oportuno. Los niveles de mantenimiento tratan sobre las posibles acciones mentales que pueden desarrollar el hombre sobre las máquinas y su ejecución organizada, lógica y coherente. Es imprescindible tener en cuenta que se habla de mental porque solo el hombre puede diferenciar si la tarea que se realiza es planeada o no, si es reparación o mantenimiento, si es correctiva, modificativa, preventiva o predictiva.<sup>15</sup>

### **9.2 COMO LLEVAR A CABO LA IMPLEMETACION**

**9.2.1 Pautas que se deben tener en cuenta antes de iniciar un programa de Mantenimiento Preventivo.** El éxito se basa fundamentalmente en que también se vende la idea a cada uno de los integrantes de la planta, a la gerencia de tipo superior, a los ejecutivos de producción, a los supervisores de mantenimiento de la planta y a los técnicos. El tiempo gastado en obtener el apoyo de la gerencia es el paso principal para el inicio del programa.

Hay muchas formas de satisfacer la demanda de comprensión de la gerencia por las cifras de costos. Se debe verificar la toma de los registros del año anterior o de más tiempo atrás sobre todos los paros imprevistos de la maquinaria. Enliste el

---

<sup>15</sup> MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. México: Editorial Alfaomega, 2009.

costo total de reparaciones de paros imprevistos materiales, mano de obra, tiempo extra y otros cargos. Enliste lo que ha costado cada paro en tiempo ocioso de los operadores, desperdicio y trabajo que se necesita volver a hacerlo.

Enseguida enliste lo que hubiera costado las operaciones si se hubieran hecho antes de los paros, si hubiera habido tiempo para planear, reunir materiales y lograr el uso productivo de los operadores. La diferencia es lo que se puede gastar en un programa de mantenimiento preventivo.

Al elaborar cualquier costo y compararlo contra los ahorros, hay una posibilidad (por lo menos al principio) de que aumenten los costos directos de mantenimiento. La administración debe darse cuenta que el Mantenimiento Preventivo es una inversión que necesita capital extra, tal cual y como sucede en cualquier planta o equipo nuevo. En el caso del Mantenimiento Preventivo, el rendimiento es altamente prometedor. Una buena forma para documentar el rendimiento bruto es verificar la lista de beneficios.

La suma resulta siempre impresionante. El secreto de vender este tipo de mantenimiento a la administración es mostrar sus resultados totales de menor costo unitario de fabricación del producto. No deje de mostrar su efecto sobre una mayor producción, mejor calidad y necesidades menores de inversión de capital.<sup>16</sup>

Para llevar a cabo la implementación del sistema de mantenimiento preventivo, se realizará inicialmente una capacitación al personal de la planta sobre la herramienta Cinco S, ésta capacitación consiste en darles a conocer para que sirva dicha herramienta y que beneficios trae para la compañía. Esta implementación de las Cinco S se llevara a cabo inicialmente en la línea piloto de polímero colado, luego se replicara en las demás secciones de la planta.

Después de brindarles la capacitación se conformarán pequeños equipos en la sección de polímero colado. Para hacer el trabajo más fácilmente se hará con los integrantes de cada sección de la planta.

Con estos pequeños equipo ya conformados de dará inicio a la implementación de la primera S, SEIRI que significa separar o clasificar, aquí solo se mantendrá lo necesario para realizar las tareas. Las actividades a desarrollar en esta primera son:

- Realizar inventario de las cosas que son útiles
- Listar y poner las herramientas o equipos que no sirven en el cuarto de Cinco S.

---

<sup>16</sup> MORROW, L.C. Manual de Mantenimiento Industrial. Tercera Edición. México: Compañía Editorial Continental S.A., 1974.

- Desechar las cosas inútiles.

Después de tener implementada la primera S, se dará inicio a la segunda S, llamada SEITON que significa ordenar, en esta S se mantendrán las herramientas y equipos en condiciones de fácil utilización, los operarios deberán disponer un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Los criterios que se tendrán en cuenta a la hora de ordenar son:

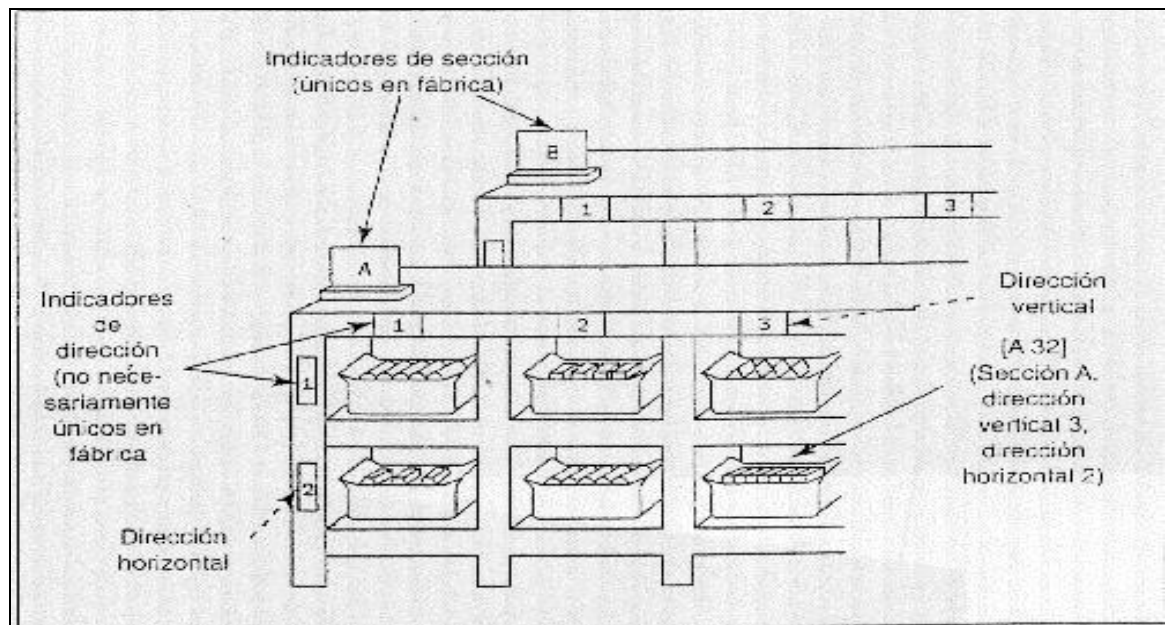
- **Calidad:** evitar que se oxide, se mezcle, golpee o deteriore.
- **Eficacia:** tiempo mínimo para ubicar un elemento.

Para comenzar a ordenar las actividades a desarrollar son:

- Los operarios deberán definir donde guardar los elementos dependiendo de la frecuencia de uso.
- Deberán acomodar o almacenar los elementos facilitando una localización rápida y sencilla. Pueden almacenar por función o por producto.
- Definir nombre y marcar con código para cada tipo de artículo. Esto puede llevarse a cabo ya sea por estrategia de color, estrategia de contorno, estrategia de pintura o por estrategia de indicadores.

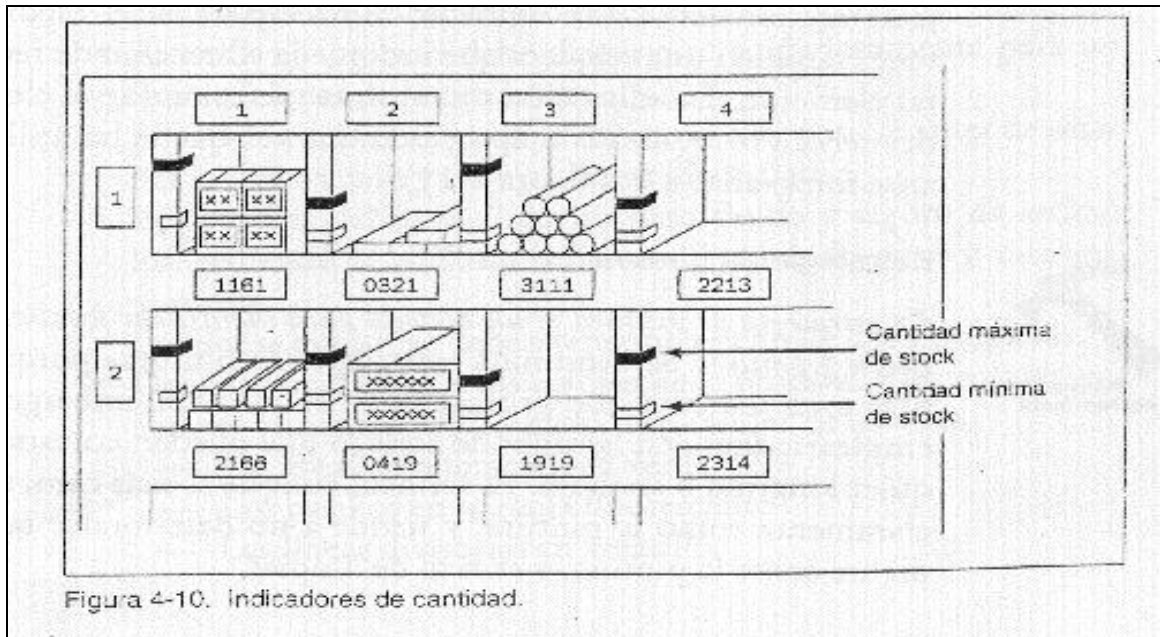
En la estrategia de indicadores podrán hacerlo de la siguiente manera:

### Anexo B. Por indicador de localización



**Fuente:** Tomado de la presentación de Cinco S de la empresa FIRPLAK S.A.

## Anexo C. Por indicador de cantidad



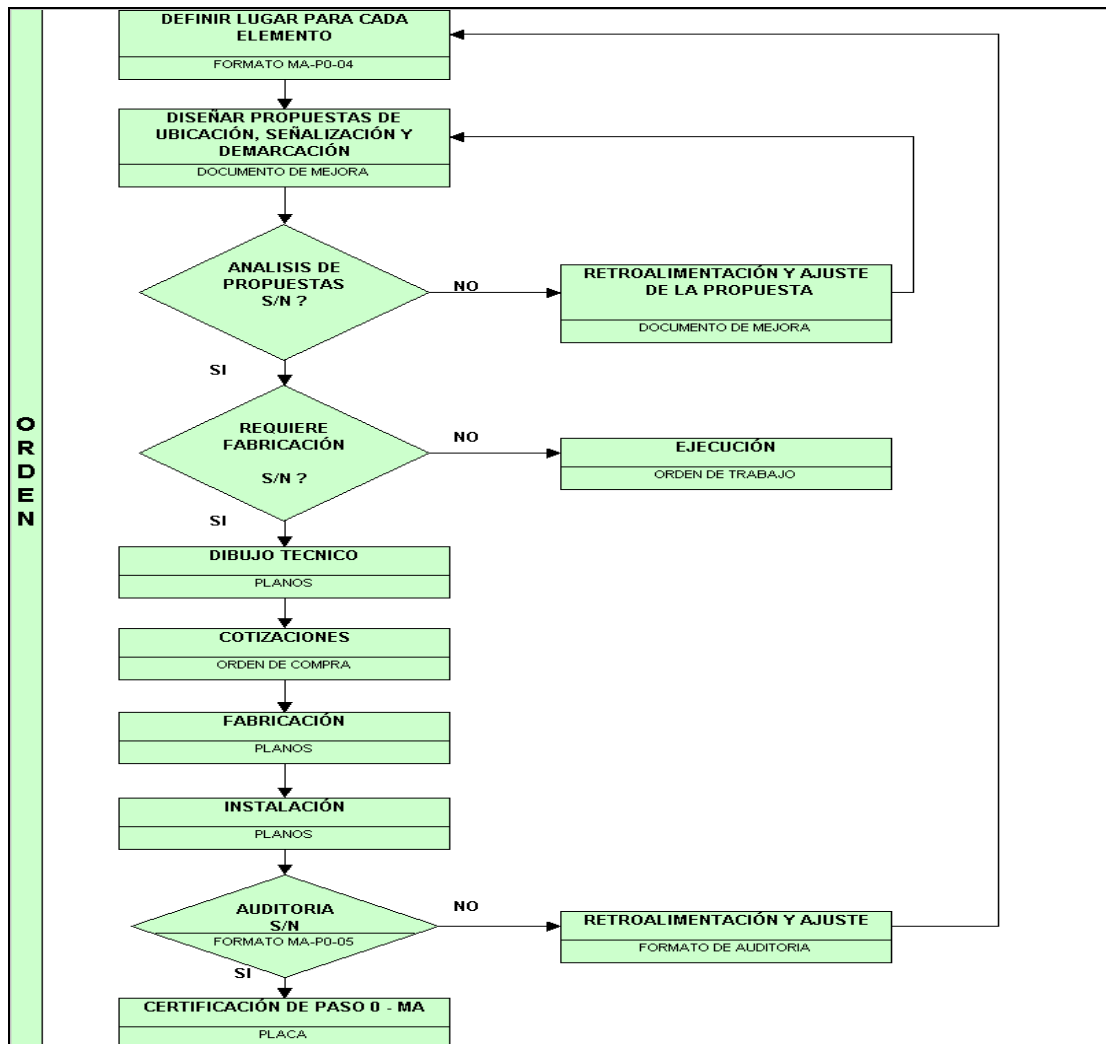
Fuente: Tomado de la presentación de Cinco S de la empresa FIRPLAK S.A.

## Foto 2. Por indicador de elemento



Culminando la implementación de la primera y segunda S se realizarán las auditorías en el puesto de trabajo para ver si las condiciones actuales se mantienen, el pequeño equipo se certificará en paso 0 (cero) de mantenimiento autónomo. Si es así se continuará con la tercera S

### Anexo D. Flujograma actividades segunda S



**Fuente:** Tomado de la presentación de Cinco S de la empresa FIRPLAK S.A.

Después que los pequeños equipos han implementado satisfactoriamente las dos primeras S, se da inicio a las tercera S llamada SEISO, que significa limpiar, en ésta S se deberán eliminar fuentes de suciedad, asegurándose que todos los

medios de trabajo se encuentren limpios, evitando daño a los equipos, materiales o productos almacenados.

En ésta tercera S, se localizarán fuentes de suciedad y anomalías del equipo, todo esto se llevará a cabo con la participación de los técnicos de mantenimiento, quienes tendrán el rol de maestros con los operarios, ya que éstos conocen el funcionamiento del equipo y los operarios son más dados a producir. En esta S, se capacitará a los operarios y técnicos de mantenimiento en los formatos de tarjetas rojas y azules.

Para registrar las anomalías o anormalidades de las maquinas que los operarios no pueden solucionar porque son complejas, deberán ser registradas en el formato de tarjeta roja, y cuando sean anormalidades que el operario puede solucionar que en su mayoría son por limpieza, se registraran en el formato de tarjeta azul.

Cuando se ha alcanzado la tercera S, se dará inicio por medio de una capacitación a la cuarta S llamada SEIKETSU, que significa estandarizar. Con esta S deben mantenerse y mejorarse los logros obtenidos. Se crean mapas o estándares para diferenciar con facilidad una situación normal de otra anormal, esto puede hacerse con mapas, colores, etiquetas, marcas, símbolos, luces y sonidos.

Con la aplicación de SEPARAR los miembros del grupo comienzan a modificar un paradigma de la organización, la cual ahora les permite participar en la toma de decisiones, reservadas hasta el momento a la supervisión.

Al determinar si un objeto es necesario o no, cada integrante del grupo empieza a comprender el significado de poder hacer al asumir los nuevos hechos.

En el ordenar y limpiar el esfuerzo es menor pues han descubierto que tienen la capacidad de hacer y a partir de este hacer se obtienen logros. Para implementar las acciones los miembros del grupo deben llegar a acuerdos sobre cómo hacer, luego de negociar los diferentes criterios que pudiesen existir. Es entonces cuando se desarrolla la imaginación.

**9.2.2 ¿Cómo Estandarizar?** En el desarrollo de esta tercera S, se puede estandarizar de la siguiente manera:

- Construir mapa de Cinco S.
- Aplicar principios de almacenaje.
- Cumplir principios de economía de movimiento.

Para ser más específicos con los principios de movimiento, cabe anotar que esto hace referencia a:

- Eliminar el despilfarro de tiempo, energía, esfuerzo y movimientos que no sean absolutamente necesarios.
- Preguntarse el por qué se hacen determinados movimientos para establecer la manera más adecuada de hacerlo.
- Eliminar o reducir al máximo los movimientos.

#### Anexo E. Principio de economía de movimientos



**Fuente:** Tomado de la presentación de Cinco S de la empresa FIRPLAK S.A.

Finalizando la cuarta S, se da inicio con una capacitación a la quinta S, llamada SEIKETSUKE, que significa autodisciplina, voluntad de hacer las cosas como se deben hacer, los operarios deben convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Los operarios de producción mantendrán esta quinta S de la siguiente manera:

- Tirando los papeles, los desperdicios, la chatarra, etc., en los lugares correspondientes.
- Ubicando en su lugar las herramientas y equipos luego de usarlos.
- Dejando limpias las áreas de uso común una vez realizadas las actividades en la misma.
- Haciendo cumplir las normas a las personas que están en su área de responsabilidad, sean o no integrantes de su grupo.
- Respetando las normas en otras áreas.
- Tratando en el grupo los casos de incumplimiento de las normas establecidas por algún usuario del área, sean o no miembros del grupo, cuando son reiterativas.

### **9.2.3 Evidencias de las Cinco S**

**9.2.3.1 Primera S – Clasificar.** Se diseñó formato para clasificar los elementos necesarios.







9.2.3.2 Segunda S – Ordenar

Anexo H. Formato de capacitación segunda S.

	CONTROL DE ASISTENCIA A PROGRAMAS DE FORMACION	F-A-04
		V. 2 1/1

FECHA: Año: 2009 Mes: 03 Día: 10 Hora de inicio: 9:00am Hora final: 10:00am

LUGAR: Firplak

EXPOSITOR: Isabel Frumillo

TEMA ESPECÍFICO: Capacitación 2da S.

TIPO DE FORMACION
Inducción: <input type="checkbox"/>
Técnica: <input type="checkbox"/>
Calidad: <input type="checkbox"/>
Motivacional: <input checked="" type="checkbox"/>
S.O.: <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

#	NOMBRE COMPLETO	FIRMA	CEDULA	CARGO
1	<u>ELISIVIO SIERRA D.</u>	<u>[Firma]</u>	<u>3.609.948</u>	<u>OPERARIO</u>
2	<u>José El Zumbado</u>	<u>[Firma]</u>	<u>58186702</u>	<u>OPERARIO</u>
3	<u>Carlos Giraldo</u>	<u>[Firma]</u>	<u>71.294.182</u>	<u>OPERARIO</u>
4	<u>Johan Alexis Trujillo A.</u>	<u>[Firma]</u>	<u>1020443812</u>	<u>OPERARIO</u>
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
TOTAL HORAS DE FORMACION: <u>1 hora.</u>				

Fuente: Tomado de los registros de capacitación cinco S.

Foto 3. Antes de Ordenar



Foto 4. Después de Ordenar



Foto 5. Tornillería Organizada





Foto 6. Herramienta Organizada por Estrategia de Contorno.



Se diseñaron formatos para realizar propuestas de mejoras en los lugares de trabajo.

## Anexo I. Formato de Propuesta de Pequeña Mejora.

	<b>PROPUESTA PEQUEÑA MEJORA</b>		F-G-15					
			V.2	1/1				
TEMA:		CONSECUTIVO	FECHA					
PEQUEÑO EQUIPO:		TIPO:	P	Q	C	D	S	M
PROPONENTE:		Producción	Calidad	Costos	Entregas	Seguridad	Motivación	Fecha: 07/04/2011
SITUACIÓN PROPUESTA (Dibujo claro que exprese la mejora y descripción de lo que tiene y lo que quiere lograr con la mejora)								
(Empty space for drawing/description)			Breve descripción					
			(Empty space for description)					
			(Empty space for description)					
			(Empty space for description)					
			(Empty space for description)					
			(Empty space for description)					
SITUACIÓN ACTUAL (Foto, dibujo o esquema)			MEJORAMIENTO IMPLEMENTADO (Foto, dibujo o esquema)					
ANTES			DESPUES					
(Empty space for current situation)			(Empty space for improvement)					
COSTOS (\$):			BENEFICIOS:					
En los costos escribir claramente los materiales con su valor y en los beneficios colocar los ahorros cuantitativos y/o cualitativos por periodo de tiempo. (colocar esta información al resaldo)								
CAMPO DE APROBACIÓN (Diligenciado por el JEFE DIRECTO), marca con X los criterios de aprobación								
CRITERIOS DE APROBACIÓN			SI			NO		
1. Es una Anormalidad?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	REQUIERE LA PARTICIPACIÓN DE OTRO DEPTO SI ____ NO ____			
2. Requiere costos superiores a \$100.000?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CUAL? _____			
3. Es creativa - Es un cambio positivo significativo?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nota: La pequeña mejora debe implementarse a un plazo máximo de 2 meses			
4. Apunta a uno ó mas indicadores?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CAMPO DE EJECUCIÓN (Diligenciado por el pequeño equipo)			
5. Tiene costo- beneficio no necesariamente cuantitativo?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PROCESO DE EJECUCIÓN:			
6. La mejora es de facil implementación?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I ( ) S ( ) C ( )			
Las dos primeras preguntas deben responder NO, y de la 3 hasta la 6 SI para que sea aprobada como pequeña mejora			SI ( ) NO ( )			FIRMA DEL JEFE:		
7. Se considera impactante?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I: Implementada, S: Suspendida, C: Cancelada			
APROBADO:			SI ( ) NO ( )			FIRMA DEL JEFE:		
FECHA DE LA DECISIÓN:			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
FECHA:			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Se diseñó formato para ordenar los elementos por frecuencia de uso.



### 9.2.3.3 Tercera S – Limpiar

### Anexo K. Formato de capacitación tercera S.

	CONTROL DE ASISTENCIA A PROGRAMAS DE FORMACION	F-A-04
		V. 2 1/1

FECHA: Año: 2009 Mes 04 Día 02 Hora de inicio: 9:00 am Hora final: 9:00 am

LUGAR: Fir Ank

EXPOSITOR: Isabel C. Jaramillo

TEMA ESPECÍFICO: Cupac 3ra S.

**TIPO DE FORMACION**

Inducción:	___
Técnica	___
Calidad:	___
Motivacional:	<u>X</u>
S.O:	___

OBSERVACIONES:

#	NOMBRE COMPLETO	FIRMA	CEDULA	CARGO
1	<u>JUSTINO SIERRA S.</u>	<u>[Firma]</u>	<u>3.609948</u>	<u>OPERARIO</u>
2	<u>José A. Ramirez</u>	<u>[Firma]</u>	<u>83180702</u>	<u>OPERARIO</u>
3	<u>Carlos Gualdo</u>	<u>[Firma]</u>	<u>71.2914.182</u>	<u>OPERARIO</u>
4	<u>Johan Alexis Trujillo H.</u>	<u>[Firma]</u>	<u>7020443812</u>	<u>OPERARIO</u>
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
TOTAL HORAS DE FORMACION:		<u>1 hora</u>		



**Foto 7. Técnico capacita al Operario sobre la limpieza de las herramientas**



### Limpeza De Maquinas En La Sección De Polímero Colado

Los operarios realizan la limpieza básica de las maquinas para mantenerla en buenas condiciones de operación.

**Foto 8. Limpieza de Maquinas**



Formatos para describir anomalías de equipo y limpieza.

La tarjeta roja será utilizada cuando el operario detecte una anomalía que no pueda ser solucionada por él mismo, y la tarjeta azul será utilizada para las anomalías que si pueden ser solucionadas por el operario.



### 9.2.3.4 Cuarta S – Estandarizar

### Anexo M. Formato de capacitación cuarta S.

	CONTROL DE ASISTENCIA A PROGRAMAS DE FORMACION	F-A-04
		V. 2 1/1

FECHA: Año: 2009 Mes 04 Día 30 Hora de inicio: 8:00am Hora final: 9:00am

LUGAR: Firplak SA

EXPOSITOR: Catalina Arboleda

TEMA ESPECÍFICO: 4ta S. - Capacitación

TIPO DE FORMACION	
Inducción:	___
Técnica	___
Calidad:	___
Motivacional:	___
S.O:	___

OBSERVACIONES:

#	NOMBRE COMPLETO	FIRMA	CEDULA	CARGO
1	GUSTAVO SIERRA	<i>[Signature]</i>	3.609948	Operario
2	José H. Zambrano	<i>[Signature]</i>	99186709	Operario
3	Carlos Giraldo	<i>[Signature]</i>	71.294.182	Operario
4	Johan Alexis Tirado H.	<i>[Signature]</i>	1020443812	Operario
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
TOTAL HORAS DE FORMACION:		<u>1 h.a.</u>		



Se creó un tablero de control visual para las materias primas utilizadas y sus especificaciones según el rombo de seguridad.

**Foto 10. Tablero control visual para materias primas.**



En la sección de vaciado de polímero colado se conformó un pequeño equipo llamado ASIRIA. Este pequeño equipo elaboro un tablero de control visual.

**Foto 11. Tablero pequeño equipo**



### **9.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Después que haber implementado las Cinco S, se obtiene un entorno más agradable, confiable y limpio. Con esto se da inicio a la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo comenzando con la línea piloto que es la sección de polímero colado, especialmente la sección de vaciado.

Para llevar a cabo esta actividad se desarrollaron los siguientes pasos basados en la metodología TPM.

- Se unificaron los formatos para la medición de averías, que sirviera tanto para ISO como para TPM.
- Se realizó inventario de equipos en la sección de vaciado.
- Se codificaron y marcaron físicamente los equipos de la sección de vaciado de polímero colado para hacer más fácil su identificación.
- Se realizó una evaluación de los equipos por parte de la Directora de Producción, el Director Técnico, la coordinadora de calidad y la coordinadora de seguridad para determinar la criticidad del equipo.
- Se activó la medición de averías para el equipo más crítico.
- Se buscó y se recolectó información del equipo más crítico, como planos, manuales, etc.
- Se elaboraron estándares de limpieza y lubricación para el equipo más crítico.
- Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para la Ultracaster, que después de la evaluación, calificó como la máquina más crítica y que según la

medición de averías, es el equipo que más fallas tiene ocasionando paros en la producción.

#### **9.4 EVIDENCIAS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Inicialmente se hicieron reuniones con la Directora de Producción para unificar la manera de medir las averías en un formato que le sirviera a mantenimiento y a producción. Se crearon tres formatos para obtener la información de las averías y de los mantenimientos realizados, tanto correctivos como preventivos.

- Este formato es diligenciado por el operario cuando se presenta una avería en el equipo. El operario debe entregar este formato al Halador para que lo firme y finalmente el Halador entrega este formato al técnico de mantenimiento para que intervenga el equipo.









Después de realizar el inventario, se le dio una codificación sencilla a cada una de las maquinas de la sección de vaciado de polímero y se marcaron físicamente para poder identificarlas fácilmente.

Cuando se tenían las máquinas marcadas se diseño formato de evaluación para determinar la criticidad de los equipos, los cuales serán el punto de partida para diseñar el programa de mantenimiento.

La criticidad estará determinada por unos rangos de calificación, aquellos que den tipo A serán equipos críticos, los tipo B no son críticos, pero si no se inspeccionan podrían convertirse en un tipo A, y los equipos tipo C, son aquellos que cuestan poco, que no inciden en la calidad del producto y que tiene repuesto en caso de averiarse.

La evaluación que se le realiza a la Ultracaster y con la calificación que le dio cada área la clasificó como tipo A, máquina crítica.

**Tabla 4. Formato para la evaluación de equipos.**

<b>CRITERIOS PARA EVALUAR CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>				
<b>FECHA</b>		27/01/2009		
<b>EQUIPO</b>		Ultracaster		
<b>CODIGO DEL EQUIPO</b>		0026		
<b>De los ítems de Seguridad seleccione solo uno y coloque el puntaje que usted crea conveniente de acuerdo al valor Min y Max</b>				
<b>Ítem</b>	<b>SEGURIDAD: Efecto del fallo sobre las personas</b>	<b>Clase</b>	<b>Min - Max</b>	<b>Puntaje</b>
1	Un fallo del equipo expone a riesgo de explosión u otros peligros; el fallo del equipo causa una polución seria	A	21 - 30	27
2	El fallo del equipo puede afectar adversamente el entorno	B	11 - 20	
3	Otros equipos	C	0 - 10	
<b>De los ítems de Calidad seleccione solo uno y coloque el puntaje que usted crea conveniente de acuerdo al valor Min y Max</b>				
<b>Ítem</b>	<b>CALIDAD: Efecto del fallo sobre calidad del producto</b>	<b>Clase</b>	<b>Min - Max</b>	<b>Puntaje</b>
1	El fallo del equipo tiene un gran efecto sobre la calidad (Puede contaminar el producto o producir reacciones anormales que den origen a un producto fuera de especificaciones	A	21 - 30	30
2	Un fallo del equipo produce variaciones de calidad que pueden corregirse por el operario de forma relativamente rápida	B	11 - 20	
3	Otros equipos	C	0 - 10	

<b>De los ítems de Operaciones seleccione solo uno y coloque el puntaje que usted crea conveniente de acuerdo al valor Min y Max</b>				
<b>Ítem</b>	<b>OPERACIONES: Efecto del fallo sobre la producción</b>	<b>Clase</b>	<b>Min - Max</b>	<b>Puntaje</b>
1	Equipos con gran efecto sobre la producción, sin unidades de reserva, cuyos fallos son causa de que los procesos previos y siguientes paren por completo	A	21 - 30	30
2	Un fallo del equipo causa solo una parada parcial	B	11 - 20	
3	Un fallo del equipo tiene poco o ningún efecto sobre la producción	C	0 - 10	
<b>De los ítems de Mantenimiento seleccione solo uno y coloque el puntaje que usted crea conveniente de acuerdo al valor Min y Max</b>				
<b>Ítem</b>	<b>MANTENIMIENTO: Tiempo y costo de operación</b>	<b>Clase</b>	<b>Min - Max</b>	<b>Puntaje</b>
1	La reparación del equipo toma 4 o más horas y cuesta 2.400 dólares o mas, o bien se producen 3 o más fallos por mes	A	21 - 30	25
2	El equipo puede repararse en menos de 4 horas a un costo entre 240 y 2.400 dólares, o falla menos de 3 veces por mes	B	11 - 20	
3	El costo de la reparación es inferior a 240 dólares o puede dejarse sin reparar hasta que surja una mejor oportunidad	C	0 - 10	
<b>Total</b>				<b>112</b>
<b>El equipo evaluado ha sido clasificado como un equipo clase</b>		<b>A</b>		
<b>Clasificación de los equipos</b>		<b>Puntaje Mínimo</b>	<b>Puntaje Máximo</b>	
A		81	120	
B		41	80	
C		0	40	
<b>Ítem</b>	<b>Evaluado Por:</b>			
Seguridad	Eresbey Mesa			
Calidad	Catalina Arboleda			
Operaciones	Esther Moreno			
Mantenimiento	José Fernando Echandía			

Al conocer que la Ultracaster es la máquina más crítica de la sección de vaciado de polímero colado, se activó la medición de averías para llevar la trazabilidad de los daños, con qué frecuencia se presentan y en que partes de la máquina. Esta información es recopilada por la asistente técnica y organizada en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Formato medición de averías.**

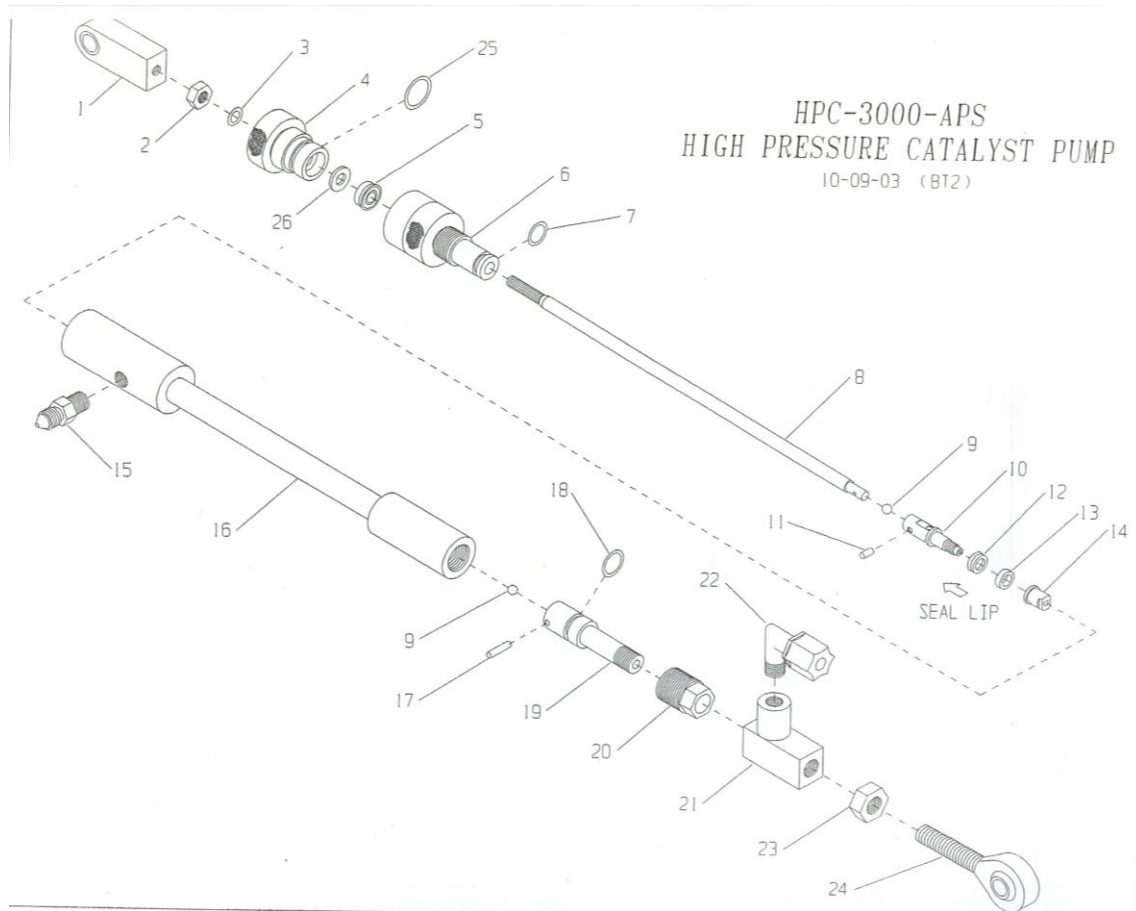
Fecha	Maquinaria y Equipo	Pequeño Equipo	Código del equipo	Seccion	Descripcion del fallo	Clase de Fallo			Hora del fallo	Hora Inicio Mtto	Hora Finaliza Mtto	Hora entrega equipo de repuesto	Hora entrega equipo reparado	Fecha entrega equipo reparado	Tiempo de paro (horas)	Tiempo total de reparacion
						A	B	C								
2010-02-03	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	Bomba de resina pegada	1			06:00	06:20	10:20	N.A		2010-02-03	4,33	4,33
2010-03-01	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La resina no circula		1		10:16	10:22	10:52	N.A		2010-03-01	0,60	0,60
2010-03-04	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	No esta catalizando		1		12:30	12:35	13:05	N.A		2010-03-08	0,58	0,58
2010-04-09	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La resina no circula	1			11:15	11:25	13:20	N.A		2010-04-09	1,25	1,25
2010-04-20	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La pistola esta obstuida			1	06:30	06:50	08:00	N.A		2010-04-20	0,50	0,50
2010-06-18	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	Fuga de bomba en catalizador	1			14:18	14:32	15:00	14:40	15:00	2010-06-18		
2010-07-16	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	Fuga de bomba en catalizador		1		08:25	08:30	09:00	N.A	09:00	2010-07-16	0,58	0,58
2010-07-22	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La pistola esta obstuida			1	14:20	14:30	15:00	N.A	15:00	2010-07-22	0,67	0,67
2010-07-23	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La pistola esta obstuida	1			08:00	08:10	12:15	N.A	12:18	2010-07-23	4,25	4,30
2010-07-26	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	Bomba de resina pegada		1		10:00	10:07	10:30	N.A	10:32	2010-07-26	0,53	0,53
2010-08-02	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La bomba no cataliza bien			1	09:40	10:00	10:15	N.A	10:20	2010-08-02	0,50	0,50
2010-09-10	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	La bomba de resina no succiona	1			15:38	15:42	16:42	N.A	16:45	2010-09-10	1,12	1,12
2010-11-20	Ultracaster	Asiria	0026	Vaciado	Fuga en la bomba de catalizador			1	09:00	09:10	09:25	N.A	09:25	Nov 20-10	0,42	0,42

Con este resumen de averías recopiladas, se observa que las partes que mas fallan del equipo Ultracaster y frecuentemente son la bomba de resina, la bomba de catalizador y la pistola, de acuerdo a esto se establecerán las frecuencias para inspeccionar la máquina.

Con esta información se procedió a buscar los planos y manuales de la máquina para conocer cada parte y como se ensamblan.

Este es el plano de la bomba de catalizador, si alguna de estas piezas falla, se genera una fuga o derrame de catalizador.

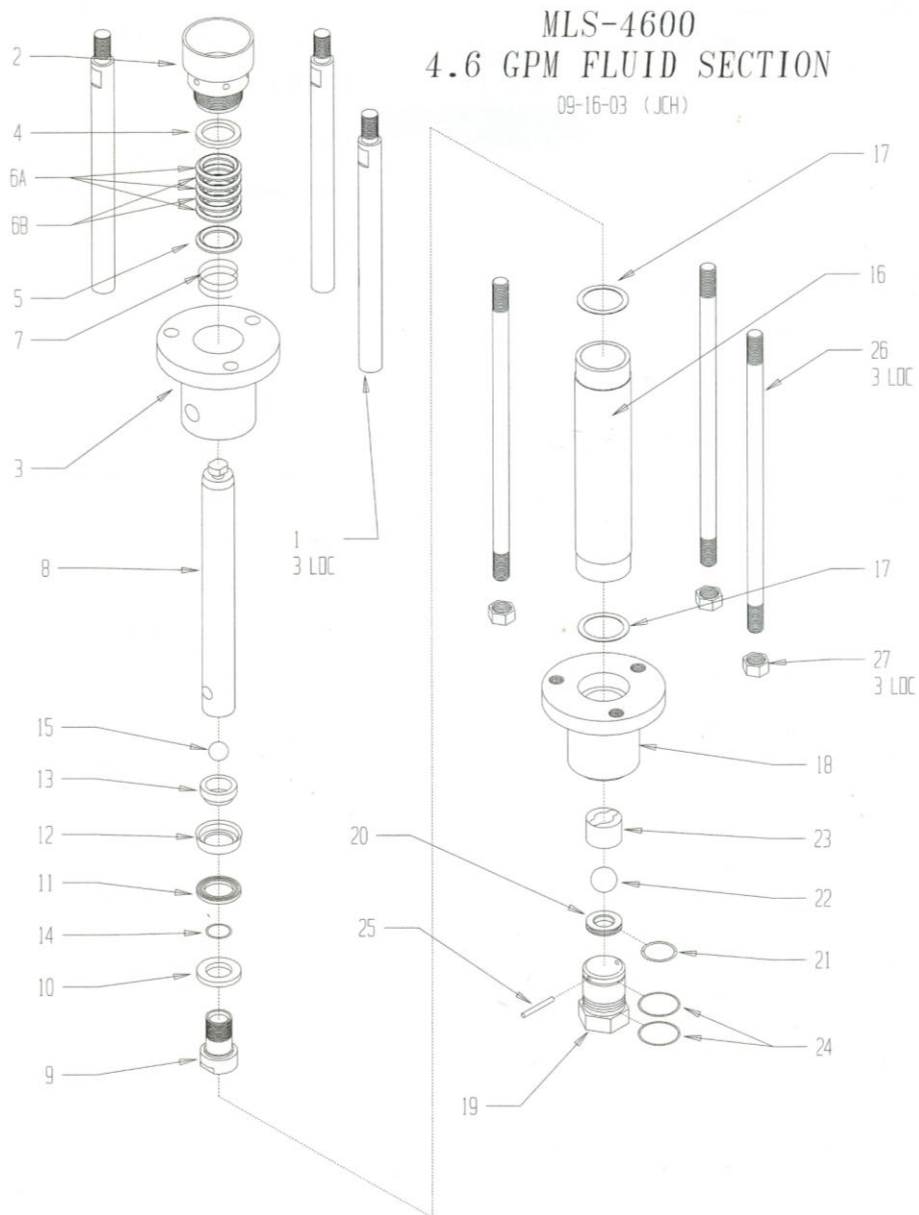
## Anexo R. Plano bomba catalizador.



**Fuente:** Tomado del manual de la Ultracaster por Magnum Venus Plastech

Este es el plano de la bomba de resina, otra de las partes de la Ultracaster que ocasiona avería cuando tiene los empaques malos

**Anexo S. Plano bomba de resina.**

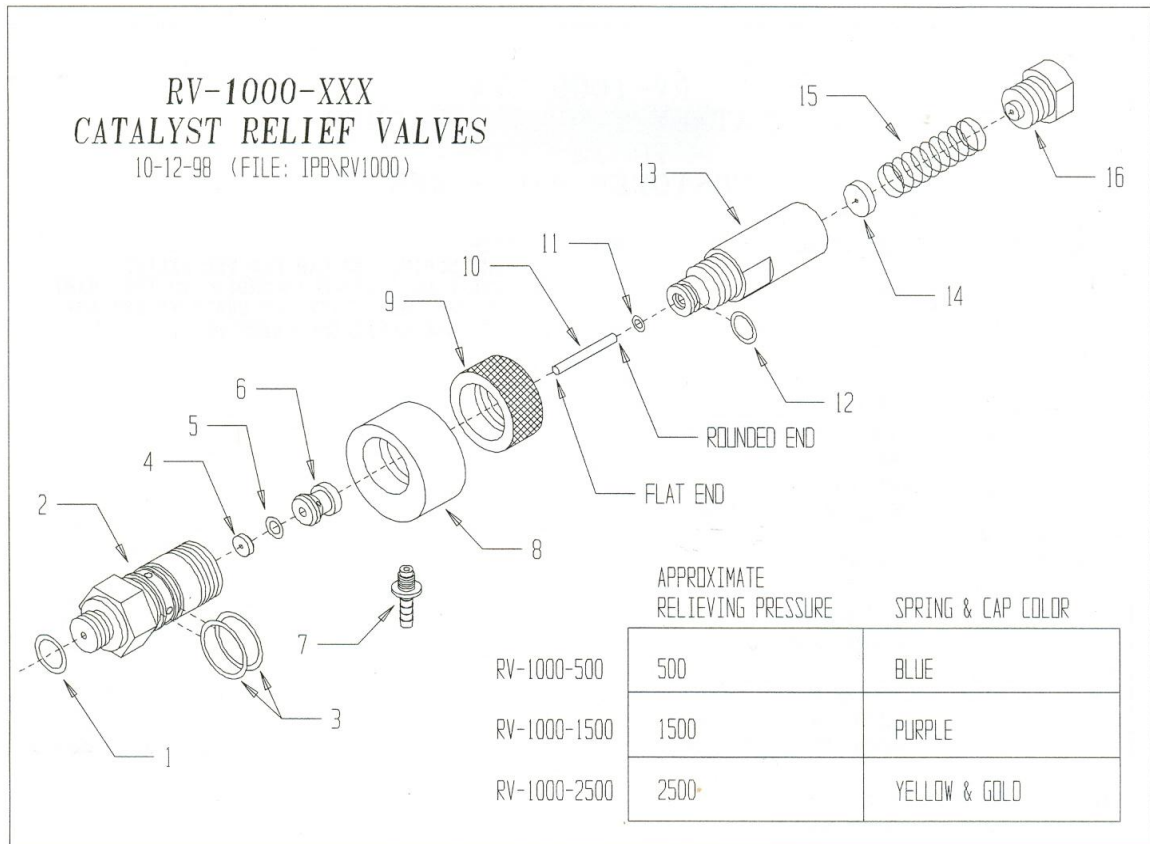


**Fuente:** Tomado del manual de la Ultracaster por Magnum Venus Plastech.

Este es el plano de la válvula de seguridad, este ocasiona avería siempre y cuando la máquina tiene más presión de la establecida que es 60PSI



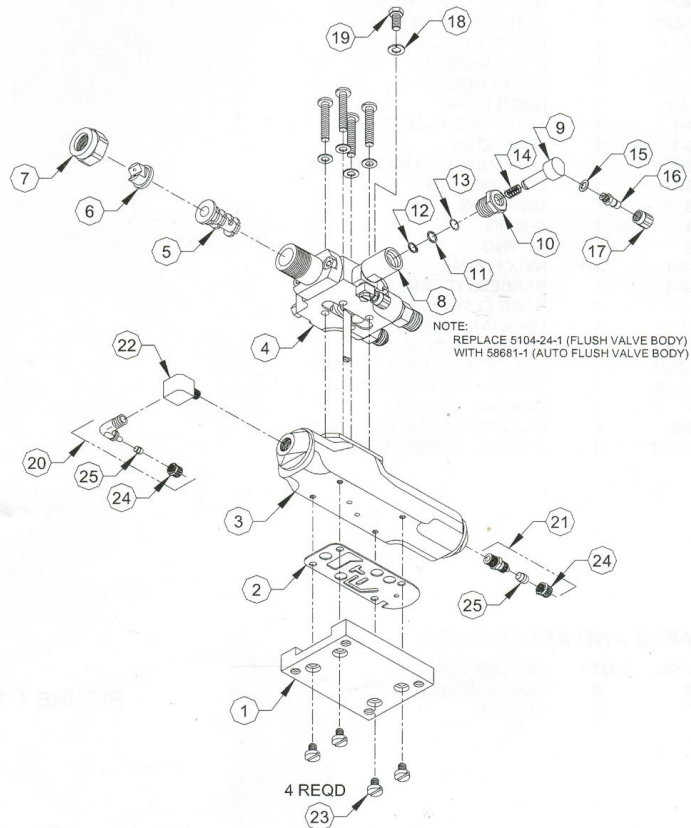
**Anexo T. Plano válvula de seguridad Ultracaster.**



**Fuente:** Tomado del manual de la Ultracaster por Magnum Venus Plastech.

Este es el plano de la pistola, cuando la resina se gela, ocasiona una avería obstruyendo la pistola.

## Anexo U. Plano pistola Ultracaster.



### MAGNUM VENUS PRODUCTS

SuperPro Automatic Gun Assembly

SPG-1000-A

**Fuente:** Tomado del manual de la Ultracaster por Magnum Venus Plastech.

Con base en la información recopilada, se creó un estándar de limpieza para esta máquina, y puede ser realizado por el operario. En este estándar se estará los implementos de seguridad que deben usar los operarios.

**Tabla 6. Estándar de limpieza, pág. 1.**

**MANTENIMIENTO AUTONOMO**  
**PASO1. LIMPIEZA ES INSPECCIÓN**  
**Formato de estandar de limpieza e inspección Autonomia**

**Versión**  
V.1

MAQUINA: Ultracaster
Pagina 1/2

SISTEMA / ELEMENTO / PIEZA	ESTADO NORMAL / ACTIVIDAD	METODO Y ADVERTENCIAS	ACCION EN CASO ANORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO	RESPONSABLE
Pistola	Limpio sin resina	Visual	Limpiar con trapo humedecido con limpiador	Semanal	10 min	Operario
mangueras	Limpio sin resina y polvo	Visual	Limpiar con un trapo impregnado con limpiador	Mensual	40 min	Operario
Bascula electrica (plaforma de bascula digital)	Limpio sin resina	Visual	Limpiar con trapo, limpiador y espátula	Diario	5 min	Operario
Bomba de resina	Limpio sin resina y aceitada	Visual	Limpiar con trapo y limpiador externamente	Quincenal (semanal)	10 min	Operario
Bomba de catalizador	Limpio sin mugre	Visual	Limpiar con trapo y limpiador externamente	Quincenal (semanal)	5 min	Operario
Filtro de bomba de resina	Limpio sin resina cristalizada	despresurizar el equipo, primero cierra la llave principal de la entrada de aire y luego abrir la llave del retorno ubicada debajo del filtro. Para sacar el filtro se utiliza llave de expansion No 15 y se retirá la tuerca y se saca el filtro	Limpiar con aire y limpiador internamente	Semanal	20 min	Operario
Bomba de resina	Lubricar la copa con una mezcla de aceite con estireno	Visual	lubricar con aceite tellus 10 y estireno 1/2 copa	Diario	1 min	Operario
Mangueras de resina y catalizador las de la pistola hacia el tornillo	Ajustadas	Visual y manual	Ajustar con llaves 5/8 -7/8	Diario	5 min	Operario
<b>Tiempo Total</b>						
Fecha de actualización: Septiembre 23 de 2011		Aprobo: Jose Fernando Echandia				

Tabla 7. Estándar de limpieza, pág. 2.

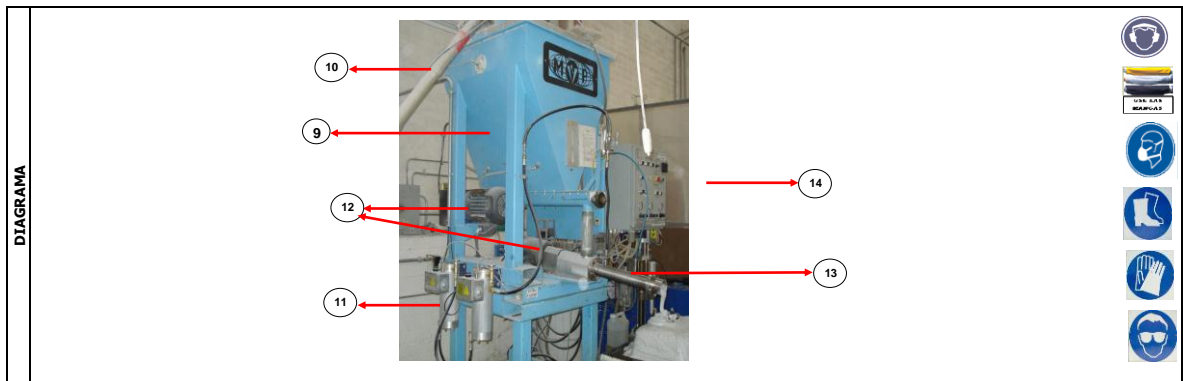


MANTENIMIENTO AUTONOMO  
PASO1. LIMPIEZA ES INSPECCIÓN  
Formato de estandar de limpieza e inspección Autonomo

MAQUINA: Ultracaster

Página 2/2

Versión
V.1



SISTEMA / ELEMENTO / PIEZA	ESTADO NORMAL / ACTIVIDAD	METODO Y ADVERTENCIAS	ACCION EN CASO ANORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO	RESPONSABLE
9 Tolva superior	Limpio sin polvo y sin fuga de carbonato	Visual	Limpiar con aire regulado brocha y trapo. En caso de fuga avisar al tecnico de mantenimiento	Mensual	20 min	Operario
10 Tubo transportador de carbonato	Limpio sin polvo y sin fuga de carbonato	Visual	Limpiar con aire regulado brocha y trapo. En caso de fuga aplicar fibra con resina catalizada sobre la fisura	Mensual	10 min	Operario
11 Calentadores de resina	Limpio sin polvo y resina y sin fuga de resina por los acoples de las mangueras	Visual	Limpiar con trapo limpiador y brocha	Mensual	10 min	Operario
12 Motores	Limpio sin polvo	Visual	Limpiar con aire regulado brocha y trapo	Quincenal	15 min	Operario
13 Tornillo	Limpio sin resina y carbonato	Visual	Limpiar con removedor limpiador y espátula	Semanal	30 min	Operario
14 Tablero de control	Limpio sin polvo y sin resina	Visual	Limpiar con aire regulado brocha, trapo humedo. No aplicar limpiador sobre los controles y los manómetros	Quincenal	10 min	Operario
15 Motores y chumaceras	Lubricado	Visual - Auditivo	Lubricar con grasa de litio (2 bombasos)	Quincenal	10 min	Operario
16 Camisa	Limpia sin resina y carbonato	Visual	Cambiar por la camisa de repuesto y limpiar la camisa que se retire con removedor, limpiador y espátula	Semanal	30 min	Operario
17 Camisa de repuesto	Limpio sin resina y carbonato	Visual	Limpiar con removedor limpiador, espátula y barra	Semanal	30 min	Operario

Fecha de actualización: Septiembre 23 de 2011			Aprobo: Jose Fernando Echandia			
---	--	--	--------------------------------	--	--	--

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo se realizaron prácticas con todo el personal de mantenimiento para homologar conocimientos antes de realizar el mantenimiento preventivo de la máquina. Para esto se armó un prototipo de la máquina para realizar en ella las pruebas y luego se elaboró un estándar de mantenimiento para saber detalladamente cómo se hacen las actividades del plan de mantenimiento para el equipo.

Foto 12. Capacitación sobre mantenimiento del equipo



Foto 13. Práctica de mantenimiento 1



**Foto 14. Práctica de mantenimiento 2**



Finalmente, después de haber realizado estas actividades, se elabora el plan de mantenimiento para la máquina Ultracaster, la frecuencia de éste, estará dada por la frecuencia y repetición de las averías.

**Tabla 8. Plan de mantenimiento preventivo para la Ultracaster.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Revisar tubo de transferencia de carbonato	2 veces al mes
Revisar tolvas inferior y superior de carbonatos	2 veces al mes
Revisar los calentadores de resina y sus mangueras	4 veces al mes
Lavar con limpiador internamente los 2 calentadores	1 vez al mes
Revisar motores y motorreductores	2 veces al mes
Soplar el tablero de control internamente	2 veces al mes
Revisar el funcionamiento de todos los controles del tablero	2 veces al mes
Lubricar las chumaceras del tornillo sinfín de la tolva de carbonato	1 vez al mes

Revisar mangueras de resina, aire y de catalizador en busca de fugas	4 veces al mes
Lavar con limpiador internamente las mangueras de resina	1 vez al mes
Soplar con aire comprimido las mangueras de catalizador	1 vez al mes
Revisar bomba de resina y verificar presión y fugas	4 veces al mes
Revisar y verificar funcionamiento de la válvula de seguridad	4 veces al mes
Ensayar bomba de catalizador y verificar presión y fugas	4 veces al mes
Revisar y lavar con agua el tarro del catalizador y su filtro	2 veces al mes
Limpiar filtro de la bomba de resina y recámara	2 veces al mes
Cambiar pistola por la de repuesto y lavarla internamente con limpiador y ensayarla	1 vez al mes
Inspeccionar reguladores y manómetros de aire	4 veces al mes
Revisar y limpiar motor de aire	4 veces al mes
Lubricar el resorte de la parte inferior y superior del motor neumático	2 veces al mes
Revisar sistema de regulación del catalizador	1 vez al mes

Se creó un formato para dar de baja a los equipos.





- Menor costo en las reparaciones.  
Mayor duración de los equipos e instalaciones

## **9.6 DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo, produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberá crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios es indispensable para el éxito del plan

## **9.7 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Con la implementación de las Cinco S y el mantenimiento la relación entre operarios y técnicos mejoró, porque el operario al conocer un poco mas de la máquina es capaz de decirle al técnico porque puede haber ocurrido un fallo.

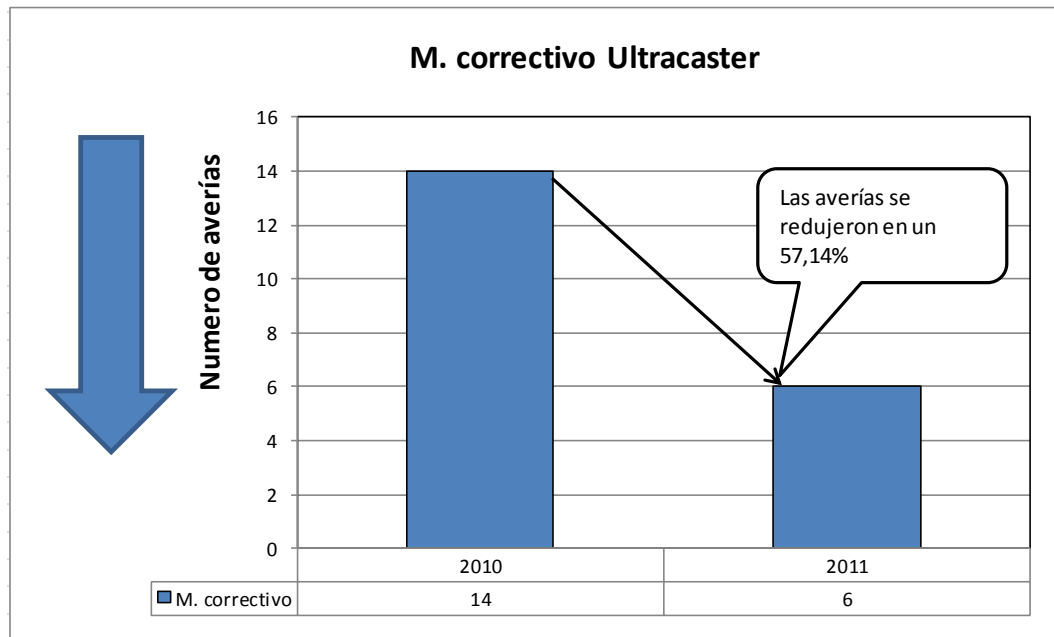
Al realizar mantenimiento a las máquinas, el técnico se demora mucho menos en realizar las actividades, debido a que el operario ya ha realizado una limpieza e inspección previa dela máquina. Esto genera un ahorro en tiempo, ya que la mano de obra del técnico es más costosa que la del operario, y se pueden realizar un mayor número de mantenimientos.

Se disminuyeron los daños de los materiales y los productos, se evitó la repetición de hacer las actividades varias veces y se generó una mejor imagen de la compañía tanto a nivel interior como exterior.

Se redujeron los espacios, los almacenamientos y se generó un transporte más seguro y entregas más oportunas. Se aumentó la productividad de las máquinas y de las personas que operan y mejoró la facilidad de las operaciones. Otro de los grandes resultados fue la destreza y habilidad adquirida por todo el personal para la elaboración de pequeñas mejoras y Lup's.

En la maquina Ultracaster en la cual se realizó el programa piloto de mantenimiento preventivo, en el año 2011 las averías se redujeron en un 57.14% con respecto a las averías presentadas por este equipo en el año 2010.

**Tabla 9. Comparativo de averías Ultracaster**



Se mejoró la fiabilidad y confiabilidad de la Ultracaster, se mejoró la calidad del producto final, y se crearon capacidades competitivas desde la fabrica.

## 10. CONCLUSIONES

- La aplicación de este proyecto significa para la empresa una gran mejora en los tiempos productivos, un ahorro significativo en los costos que generan las averías de las maquinas en plena producción
- La incorporación de la herramienta Cinco S generó más conciencia en los operarios y creó una cultura del día a día por mantener un entorno más amigable y agradable para trabajar.
- La enseñanza por parte de los técnicos de mantenimiento a los operarios de producción permitió que estos fueran más autónomos y desarrollaran la habilidad para detectar anomalías.
- Los controles visuales que se elaboraron permitieron que todo el personal tuviera conocimiento de las indicaciones pertinentes que se deben tener en cuenta al momento de llevar a cabo una actividad o simplemente saber acerca de algo.
- La creación de estándares de limpieza y lubricación lograron mantener las condiciones básicas de la máquina, contribuyendo de esta forma a aumentar su vida útil a causa de un deterioro forzado.

## 11. RECOMENDACIONES

- Analizar la posibilidad de reaplicar la implementación del sistema de mantenimiento preventivo en la sección de fibra de vidrio, RTM Light y Planta Ambiental.
- Desarrollar polivalencias en los operarios para que estos puedan desempeñar cualquier puesto
- Brindar capacitación a los técnicos de mantenimiento sobre el manejo y funcionamiento de todos los equipos críticos que tiene la compañía.
- Analizar la posibilidad de estratificar las anomalías por lugar y tipo, con el fin de conocer el origen de éstas y atacar los puntos débiles.
- Utilizar herramientas de análisis de causas para las averías, para conocer la causa raíz de los daños y elaborar planes de acción.
- Diseñar orden de salida para los repuestos y/o materiales del taller de mantenimiento para controlar las existencias.

## BIBLIOGRAFIA

ARBOS CUATRECASES, Lluís, TORRELL MARTINEZ, Francesca. TPM en un Entorno Lean Management. Barcelona: Profit Editorial, 2010.

DORBESSAN, José Ricardo. Las 5s, herramientas de cambio. Primera Edición. Buenos Aires: Editorial Universidad Tecnológica Nacional, 2001

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. México: Editorial Alfaomega, 2009.

MORROW, L.C. Manual de Mantenimiento Industrial. Tercera Edición. Compañía México: Editorial Continental S.A., 1974.

REY SACRISTAN, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción. TPM proceso de Implementación y Desarrollo. Madrid: FC Editorial, 2001.

SOURIS, Jean Paul. Mantenimiento Fuente de Beneficios. Madrid: Ediciones Día de Santos S.A., 1992.

SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias en proceso. Madrid: Editorial TGP Holshin, 1995.

## **CIBERGRAFÍA**

ROSAS D., Justo. Las 5s herramientas básicas de mejora de la calidad de vida [en línea]. [Citado el 14 de Agosto de 2012]. Disponible en internet: <<http://www.ponce.inter.edu/empleo/OPUSCULOS/EMPLEO/LAS%205%20S%20en%20el%20Area%20de%20Empleo.pdf>>